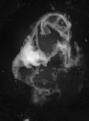
Pêches du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie

A.W. Argue, R. Hilborn, R.M. Peterman, M.J. Staley et C.J. Walters



Canada

PÊCHES DU QUINNAT ET DU COHO DANS LE DÉTROIT DE GÉORGIE

Les *Bulletins canadiens des sciences halieutiques et aquatiques* sont conçus dans le but d'évaluer et d'interpréter les connaissances actuelles dans les domaines scientifiques qui se rapportent aux pêches et à l'environnement aquatique du Canada.

Le *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* est publié en volumes annuels de douze numéros, et les *Publications spéciales canadiennes des sciences halieutiques et aquatiques* sont publiées périodiquement. On peut se procurer ces publications dans les librairies autorisées, ou d'autres librairies, ou en envoyant une commande, payable à l'avance, au Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa (Ont.) K1A 0S9. Les chèques ou mandats-poste, payables à l'avance en monnaie canadienne, doivent être faits à l'ordre du Receveur général du Canada.

Direction de l'information et des publications scientifiques

J. Watson, Ph.D.	Directeur et rédacteur en chef
Johanna M. Reinhart, M.Sc.	Systèmes d'évaluation d'information scientifiques
J. Camp/G.J. Neville/Joan Kelley	Services de rédaction et d'édition

Bureau de rédaction : Ministère des Pêches et des Océans
Direction de l'information et des publications scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) Canada K1A 0E6

Compositeur : Nancy Poirier Typesetting Ltd., Ottawa (Ont.)
Imprimeur : K.G. Campbell Corporation, Ottawa (Ont.)
Conception graphique : APH Ltd./André, Gordon and Laundreth Inc., Ottawa (Ont.)

BULLETIN 211

(Traduction de l'anglais par Y. Desautels, du bulletin de
A.W. Argue, R. Hilborn, R.M. Peterman, M.J. Staley et C.J. Walters intitulé
« *Strait of Georgia Chinook and Coho Fishery* » publié en 1983)

Pêches du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie

A.W. ARGUE[1]

Ministère des Pêches et des Océans
Région du Pacifique
Vancouver (C.-B.) V6E 2P1

RAY HILBORN[2], RANDALL M. PETERMAN[3], MICHAEL J. STALEY
ET CARL J. WALTERS

Institute of Animal Resource Ecology
The University of British Columbia
Vancouver (C.-B.) V6T 1W5

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS
Ottawa 1985

[1] Adresse actuelle : Pacific Coast Bio-Resources Ltd., Suite 3, 3142 Cedar Hill Road, Victoria (C.-B.) V8T 3J6.

[2] Adresse actuelle : Commission du Pacifique Sud, B.P. D5, Nouméa Cédex, Nouvelle-Calédonie.

[3] Adresse actuelle : Natural Resource Management Program, Université Simon Fraser, Burnaby (C.-B.) V5A 1S6.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985

En vente dans les librairies autorisées, les autres librairies,
ou encore par commande payable à l'avance, au
Centre d'édition du gouvernement du Canada,
Approvisionnements et Services Canada, Ottawa (Ont.) K1A 0S9.
Les chèques ou mandats poste, payables en monnaie canadienne,
doivent être faits à l'ordre du Receveur général du Canada.

Un exemplaire de cette publication a été déposé, pour référence,
dans les bibliothèques publiques au Canada.

Canada : 8,95 $
Autres pays : 10,75 $

N° de catalogue : Fs 94-211F
ISBN 0-660-91484-0
ISSN 0706-6511

Prix sujet à changement sans avis préalable
Ottawa
(English edition available)

On devra référer comme suit à cette publication :

ARGUE, A.W., R. HILBORN, R.M. PETERMAN,
M.J. STALEY ET C.J. WALTERS, 1985. Pêches
du quinnat et du coho dans le détroit de
Géorgie, *Bull. can. sci. halieut. aquat.*,
211 : 97 p.

Table des matières

PRÉFACE xi

RÉSUMÉ/ABSTRACT xii

CHAPITRE 1 — INTRODUCTION GÉNÉRALE 1

CHAPITRE 2 — LA PÊCHE DU QUINNAT ET DU COHO DANS LE DÉTROIT DE GÉORGIE 2
Engins de pêche et pêcheurs 2
Pêche sportive en eaux à marée 2
Pêche commerciale à la traîne 4
Pêche commerciale aux filets maillants 4
Pêche commerciale à la senne 6
Pêche de subsistance par les Indiens 7
Pêche sportive en eau douce 7
Règlements en 1979 7
Pêche sportive 7
Pêche commerciale à la traîne 8
Pêche commerciale au filet 8
Pêche de subsistance par les Indiens 9
Effort de pêche — lieux et périodes 9
Pêche sportive 9
Pêche commerciale à la traîne 10
Pêche commerciale au filet 10
Pêche de subsistance par les Indiens 10
Prises autorisées par type d'engin 11
Quinnat 11
Coho 11
Décisions administratives antérieures 13
Pêche sportive et commerciale à la traîne 13
Pêche commerciale au filet 14
Pêche de subsistance par les Indiens 15

CHAPITRE 3 — DÉMOGRAPHIE DU QUINNAT ET DU COHO 16
Prises et remontes 16
Quinnat 16
Coho 18
Prises par secteur de certains stocks sur tout le littoral 20
Quinnat 20
Coho 21
Rapports prise/remonte 23
Effet de la mise en valeur sur les prises dans le détroit de Géorgie 25
Compte rendu de l'état des stocks 26

CHAPITRE 4 — ÉTAPES DE LA MODÉLISATION 29
Pourquoi un modèle 29
Premiers ateliers de travail 29
Travaux subséquents 29
Participation des gestionnaires et des organismes intéressés 29
Forme définitive du modèle 30
Résumé 30

Table des matières (suite)

CHAPITRE 5 — STRUCTURE DU MODÈLE DE SIMULATION 31
Circonscrire le problème 31
Synthèse des éléments du modèle : équation générale des prises 32
Cadre chronologique 34
Limites quotidiennes de prises 34

CHAPITRE 6 — CYCLE ÉVOLUTIF DU COHO ET DU QUINNAT : BIOLOGIE ET STRUCTURE DU MODÈLE 35
Structure mathématique du modèle 35
Le coho 35
Recrutement et émigration 35
Mortalité naturelle 35
Croissance 36
Maturation et remonte 36
Émigration 36
Taux d'exploitation à l'embouchure 36
Le quinnat 36
Recrutement et émigration 36
Mortalité naturelle 37
Croissance 37
Maturation et remonte 37
Émigration 37
Taux d'exploitation à l'embouchure 37

CHAPITRE 7 — MÉTHODE D'ESTIMATION RÉCURSIVE 38

CHAPITRE 8 — EFFORT DE PÊCHE SPORTIVE ET POSSIBILITÉ DE PRISE 40
Vulnérabilité aux engins de pêche sportive 40
Effort de pêche sportive 40
Mortalité chez les poissons rejetés à l'eau par les pêcheurs sportifs 42

CHAPITRE 9 — SOUS-MODÈLE DE LA PÊCHE COMMERCIALE À LA TRAÎNE 43
Durée de la saison et limite de taille 43
Nombre de bateaux 43
Capacité de pêche 44
Mortalité chez les poissons rejetés 45

CHAPITRE 10 — INDICATEURS ET SCÉNARIOS DE GESTION 46
Résultats produits avec les valeurs nominales 47
Autres scénarios de gestion 48
Nomogramme des effets de la limite de taille 56
Prévisions à long terme préliminaires 56

CHAPITRE 11 — CRITIQUE 59
Faiblesses du modèle 59
Acquis de notre étude 60
Conclusion : surveillance et expérimentation 61

REMERCIEMENTS 62

RÉFÉRENCES 63

Table des matières (fin)

APPENDICE A 67
Introduction 67
Données servant à l'estimation des paramètres 67
Mortalité chez les poissons rejetés 67
Mortalité naturelle 68
Émigration 68
Croissance 70
Calendriers de maturation 71
Chronologie de la remonte 72
Vulnérabilité aux engins de pêche sportive et à la traîne 74
Statistiques de la prise sportive et à la traîne 75
Exploitation par la pêche à l'embouchure 75
Données initiales du modèle 76
Proportion des saumons du détroit de Géorgie remontant frayer 76
Stocks américains dans les eaux du détroit 76
Limites de taille 77
Valeur au débarquement de la prise à la traîne 77
Limite quotidienne de prises pour la pêche sportive 77
Données de base pour tester les prévisions du modèle 80
Statistiques sur la remonte 80
Statistiques sur la prise et l'effort de pêche à la traîne 80
Statistiques des prises sportives 80
Structure d'âge des saumons capturés à la traîne 81
Structure d'âge des saumons capturés à la pêche sportive 81
Statistiques des pêches à l'embouchure et structure d'âge 81

APPENDICE B — TABLEAUX SUPPLÉMENTAIRES 86

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 2.1 Région étudiée — détroit de Géorgie — montrant les limites des zones d'analyse statistique 3
Figure 2.2 «Mooching» avec les bateaux de pêche sportive à Copper Bluffs dans le passage Discovery, près de la rivière Campbell 4
Figure 2.3A Bateau de pêche à la traîne dans le détroit de Géorgie 5
Figure 2.3B Bateau polyvalent de pêche à la traîne et aux filets maillants dans le détroit de Géorgie 5
Figure 2.4 Senneur à tambour 6
Figure 2.5 Principales pêcheries sportives en eaux à marée (partie supérieure) et pêche commerciale à la traîne (partie inférieure) dans le détroit de Géorgie. Les zones les plus pêchées sont ombrées 9
Figure 2.6 Effort saisonnier de pêche sportive, à la traîne, aux filets maillants et à la senne (1972–1976) dans les eaux à marée du détroit de Géorgie et aux filets maillants dans les eaux à marée et celles plus en amont du fleuve Fraser 9
Figure 2.7 Principales pêcheries pour les bateaux de pêche commerciale aux filets maillants (partie supérieure) et à la senne (partie inférieure), dans le détroit de Géorgie. Les zones les plus exploitées sont ombrées 10
Figure 2.8 Répartition des prises de quinnat et de coho indigènes du détroit de Géorgie capturés dans les eaux côtières rapprochées du sud de la Colombie-Britannique et du nord de l'État de Washington 13

Liste des illustrations (suite)

Figure 3.1 Poids moyen paré du quinnat attrapé à la traîne, effort de pêche à la traîne, prises à la pêche sportive et à la traîne de quinnats (nombre de poissons) de 1953 à 1977. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois), données tirées du tableau B.1 16

Figure 3.2 Nombre de quinnats capturés aux filets maillants sur le Fraser, remonte dans le Fraser, prise plus remonte dans le Fraser et remonte dans les autres cours d'eau se déversant dans le détroit de Géorgie. La prise et la remonte combinées dans le Fraser excluent le quinnat de la rivière Harrison. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois), données tirées du tableau B.1 18

Figure 3.3 Nombre de cohos capturés à la traîne et à la pêche sportive dans le détroit de Géorgie. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois) et les données proviennent du tableau B.1 18

Figure 3.4 Nombre de cohos capturés aux filets maillants sur le Fraser, remonte dans le Fraser et remonte provenant du détroit de Géorgie. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois) et les données sont extraites du tableau 3.1 19

Figure 3.5 Distribution des prises combinées de trois stocks de quinnats du détroit de Géorgie. É.-U. = États-Unis, C.N. = côte nord et centre C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale du détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive du détroit de Géorgie 20

Figure 3.6 Distribution des prises combinées de trois stocks de quinnats du détroit de Géorgie 21

Figure 3.7 Lieux de capture selon la classe d'âge des quinnats du détroit de Géorgie. Sujets nés en 1971-1973 dans les piscifactures de Puntledge, Qualicum et Capilano. Deux ans (46 %), 3 ans (41 %), 4 ans (12 %), 5 ans (1 %). A = Alaska, C.N. = côte nord et centre C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale du détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive du détroit de Géorgie. . 21

Figure 3.8 Distribution des prises combinées de quatre stocks de cohos du détroit de Géorgie. É.-U. = États-Unis, C.N. = côte nord et centre C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale du détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive du détroit de Géorgie. 22

Figure 3.9 Distribution des prises comparées entre six stocks de cohos du détroit de Géorgie et d'un stock de cohos provenant de la côte ouest de l'île Vancouver. C.N. = centre et nord de la C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, y compris une pêche canadienne peu importante au large de l'État de Washington, WASH = État de Washington, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale, détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive, détroit de Géorgie 22

Figure 6.1 Exemple du nombre cumulatif de cohos qui ont entrepris la remonte. Les abscisses indiquent le numéro de l'intervalle correspondant 36

Liste des illustrations (suite)

Figure 8.1 Coefficient de possibilité de prise sportive du coho et du quinnat. En abscisses, le 31 décembre de chaque année est marqué d'un trait 40

Figure 8.2 Rapports entre l'effort de pêche sportive d'un mois et la prise par effort du même mois. Différents symboles sont employés pour différents mois. Les droites sont produites par régression, par la méthode des moindres carrés, pour chaque mois 41

Figure 8.3 Variation saisonnière de la réponse aux variations du coefficient de prise 41

Figure 9.1 Résultats antérieurs (1967–1976) de la prise à la traîne par bateau-jour (nombre de quinnats et de cohos) par rapport à l'effort de pêche à la traîne (en milliers de bateaux-jours). Graphique de l'équation utilisée dans le modèle 43

Figure 9.2 Coefficients de possibilité de capture commerciale à la traîne estimés selon une méthode d'estimation à rebours et employés dans le modèle. La ligne pointillée verticale correspond à l'ouverture de la saison du coho aux pêcheurs commerciaux à la traîne, le 1er juillet .. 44

Figure 10.1 Résumé d'une cohorte de quinnats simulée lors d'un passage-machine dans les conditions nominales. La figure montre l'importance de la cohorte, la mortalité naturelle, la prise commerciale et sportive, la mortalité chez les sujets rejetés et le nombre de poissons quittant le détroit de Géorgie. Les abscisses correspondent au 31 décembre de chaque année 48

Figure 10.2 Résumé d'une cohorte de cohos simulée lors d'un passage-machine dans les conditions nominales. La figure montre l'importance de la cohorte, la mortalité naturelle, la prise commerciale et sportive, la mortalité chez les sujets rejetés et le nombre de poissons quittant le détroit de Géorgie. Les abscisses correspondent au 31 décembre de chaque année 48

Figure 10.3 Nomogrammes établissant la relation entre la limite de taille pour la pêche commerciale et sportive et 20 indicateurs choisis. Voir le texte pour plus de détails. Ces graphiques sont dérivés d'hypothèses retenues dans le tableau 10.2, soit 50 % de mortalité chez les poissons pêchés à la traîne et rejetés et 80 % chez les poissons rejetés à la pêche sportive et réaction de l'effort de pêche sportive à la prise de l'intervalle précédent 54

Figure 10.3.5 Réticules qui indiquent des emplacements à coordonnées identiques sur chaque graphique indicateur de la figure 10.3 55

Figure 10.4 Prévisions à long terme préliminaires de l'évolution de la population avec et sans mise en valeur additionnelle. Dans le premier cas, les stocks naturels sont vite décimés. La remonte relative des stocks naturels et d'élevage additionnels est indiquée dans 5 ans d'ici. La remonte du stock déjà mis en valeur, mais sans mise en valeur supplémentaire, est représentée par le trait plein tandis que le stock avec mise en valeur additionnelle est représenté par la courbe formée d'un trait et d'un point. La remonte des stocks naturels sans autre mise en valeur est représentée par la ligne formée de traits simples tandis que la remonte des stocks naturels, mais mis en valeur, est représentée par la courbe formée d'un trait et de deux points 57

Liste des illustrations (fin)

Figure A.1 Relation entre le rapport longueur moyenne à la recapture/longueur moyenne au marquage, et la longueur moyenne au moment du marquage du saumon coho 68

Figure A.2 Relation entre le rapport longueur moyenne à la recapture/longueur moyenne au marquage, et la longueur moyenne au moment du marquage du saumon quinnat 68

Figure A.3 Courbe composée de la croissance du quinnat dans le détroit de Géorgie. La courbe est tracée à l'oeil. Les «X» représentent les sujets capturés à la senne coulissante et les cercles, ceux capturés à la traîne 70

Figure A.4 Courbe composée de la croissance du coho dans le détroit de Géorgie. La courbe est tracée à l'oeil. Les «X» représentent les sujets capturés à la senne coulissante et les cercles, ceux capturés à la traîne 70

Figure A.5 Recapture entre 1974 et 1977 de quinnats nés et marqués entre 1972 et 1976 et recapturés par des pêcheurs sportifs du détroit de Géorgie 75

Figure A.6 Recapture entre 1974 et 1977 de cohos nés et marqués entre 1971 et 1974 et recapturés par des pêcheurs sportifs du détroit 75

Figure A.7 Distribution moyenne de fréquence des pourcentages des pêcheurs à la ligne capturant par journée de pêche 0, 1, 2, 3 et 4 poissons ou plus (résultats obtenus des valeurs moyennes du tableau A.8) 80

Préface

L'étude décrite dans ce bulletin fut tenue en 1977 et en 1978 et le rapport fut rédigé en bonne partie en 1979. La pêche sportive du détroit de Géorgie a beaucoup évolué. Une importante étude sur le terrain de la prise et de l'effort sportifs a conduit à des estimations tout à fait semblables aux estimations de notre modèle. De nouveaux règlements furent adoptés, notamment le permis de pêche à la traîne pour deux secteurs; quant à la pêche sportive, la limite de taille du quinnat a été portée à 18 po, la limite de prises a été portée à 2 quinnats par jour durant l'hiver et il y a maintenant une limite saisonnière de prises de 30 quinnats.

Le modèle lui-même a été profondément remanié; les opérations sont faites sur un micro-ordinateur Apple II(M.D.) et le logiciel est connu sous le nom de Visi-Calc(M.D.). Il est maintenant beaucoup plus facile de travailler avec le modèle ailleurs qu'à l'Université de la Colombie-Britannique. À preuve, le Visi-Calc nous est devenu très commode pour montrer aux biologistes et au public comment le modèle fonctionne.

Résumé

ARGUE, A.W., R. HILBORN, R.M. PETERMAN, M.J. STALEY ET C.J. WALTERS, 1985. Pêches du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie, *Bull. can. sci. halieut. aquat.*, 211 : 97 p.

La pêche des saumons quinnats (*Oncorhynchus tshawytscha*) et cohos (*O. kisutch*) dans le détroit de Géorgie, entre l'île Vancouver et la terre ferme de la Colombie-Britannique, constitue une ressource sportive et commerciale intéressante. Les deux espèces sont capturées à la pêche sportive et sont exploitées commercialement à la traîne dans les eaux à marée à la pêche aux filets maillants et à la senne au moment où les saumons pénètrent dans les rivières pour y frayer et, enfin, par les Indiens et des pêcheurs sportifs en eau douce lorsque les poissons remontent les cours d'eau. Les stocks, en particulier ceux des quinnats, ont diminué. C'est pourquoi on a imposé à plusieurs reprises des règlements visant à réduire les prises des pêcheurs commerciaux. Présentement, ce sont les pêcheurs sportifs qui exploitent le plus les stocks frayant dans les rivières qui alimentent le détroit de Géorgie.

Nous avons développé un modèle de simulation par ordinateur afin d'évaluer l'effet des projets de réglementation sur les pêcheurs sportifs et commerciaux (fermetures saisonnières, limites de taille, limites de prises, etc.). Le modèle permet de calculer l'abondance et la taille des quinnats et cohos sauvages et d'élevage par classe d'âge et permet de mesurer l'efficacité des mesures proposées par la simulation du cycle biologique de ces poissons à intervalle bimensuel. Les cohortes sont introduites dans le modèle au stade de saumoneaux et sont suivies dans leur mortalité naturelle émigration hors du détroit de Géorgie, mortalité par pêche, mortalité chez les poissons rejetés (*shaking mortality*), maturation et ponte.

Toute mesure pour réduire les prises d'un groupe a pour effet principal d'augmenter celles des autres. Tout effort en vue d'augmenter la remonte est voué à un échec certain si la réglementation ne s'applique pas simultanément à plusieurs utilisateurs et même une réglementation très astreignante ne pourra doubler la remonte minimum du quinnat. Enfin, on constate que la mise en valeur des stocks de ces deux espèces accélérera le déclin des stocks naturels à moins que ne soit adoptée une réglementation capable de réduire les taux généraux d'exploitation.

Abstract

ARGUE, A.W., R. HILBORN, R.M. PETERMAN, M.J. STALEY ET C.J. WALTERS, 1985. Pêches du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie, *Bull. can. sci. halieut. aquat.*, 211 : 97 p.

The chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and coho (*O. kisutch*) salmon fishery in the Strait of Georgia, between Vancouver Island and the mainland of British Columbia, is a valuable sport and commercial resource. Chinook and coho are caught by sport fishermen and commercial trollers in tidal waters, by commercial gillnet and seine fishermen as the fish enter rivers to spawn, and by Indian and freshwater sport fishermen as the fish make their way upstream. The abundance of the stocks, particularly chinook, has been declining, and the commercial fishermen have been repeatedly regulated to reduce their catch. The sport fishermen now constitute the major users of the stocks that spawn in rivers adjacent to the Strait of Georgia.

In an effort to evaluate proposed regulations on sport and commercial fishermen (season closures, size limits, bag limits, etc.), a computer simulation model was developed. The model calculates the abundance and size of the natural and enhanced stocks of chinook and coho for each age-class and evaluates regulatory options by simulating the life history of these fish in half-monthly intervals. Cohorts enter the model as smolts and are followed through natural mortality, emigration out of the Strait of Georgia, fishing mortality, shaking mortality, maturation, and spawning.

The major effect of any regulation that reduces catch to one user increases the catch to other users of the resource. Any attempt to increase spawning escapement without regulation of several users simultaneously is destined to failure, and even quite harsh regulations do not double the critical chinook escapement. Finally, it is found that "enhancement" of chinook and coho will lead to a more rapid decline of natural stocks unless regulations are found to reduce overall exploitation rates on these stocks.

CHAPITRE 1

Introduction générale

La pêche du saumon quinnat et du saumon coho dans le détroit de Géorgie a beaucoup d'importance en Colombie-Britannique. La question est complexe : le stock est constitué d'une population naturelle et d'une population d'élevage, d'une part, et, d'autre part, il est fort exploité par les pêcheurs commerciaux à la traîne et par les pêcheurs sportifs dans le détroit, tandis que les survivants doivent à nouveau franchir les «barrages» professionnels de la pêche au filet, d'Indiens pratiquant une pêche de subsistance et de pêcheurs sportifs quand ils remontent pour frayer. Chaque nouvelle évaluation de la pêche sportive en mer montre que cette activité gagne rapidement en popularité et que cette catégorie de pêcheurs capture beaucoup plus de poissons qu'on ne l'avait imaginé jusqu'ici. Les pêcheurs commerciaux au filet et à la traîne sont soumis à des règlements de plus en plus astreignants, mais leur capacité de prise augmente néanmoins. Le programme de mise en valeur des salmonidés est efficace, mais la pression exercée par les pêcheurs a augmenté en conséquence. Compte tenu de tout ceci, on craint bien logiquement que la remonte ne soit plus suffisante pour conserver la productivité naturelle du système.

Il est grand temps de chiffrer l'impact des pêches et l'effet des diverses solutions éventuellement apportées par voie réglementaire pour garder à son niveau actuel ou accroître la remonte du coho et du quinnat tout en réduisant le plus possible ou en compensant les déboires que ces mesures pourraient entraîner chez les utilisateurs. Sont envisagées parmi les mesures possibles la réduction des saisons et la fermeture partielle des saisons et des zones de pêche, des restrictions sur l'efficacité des engins de pêche, l'abaissement des limites de prises, la création de permis spéciaux et le relèvement de la taille minimale des poissons capturés. Il ne sera pas commode d'évaluer l'effet de ces mesures sans une analyse rigoureuse. Par exemple, quand on augmente la taille minimale des prises, on sait que moins de poissons sont capturés dans l'immédiat, mais par contre, le fait qu'il y ait de plus gros poissons peut stimuler la pêche de telle sorte que la prise ne se trouve pas réduite. La modélisation mathématique est l'outil souvent désigné pour étudier ce genre de relations réciproques et s'accompagne de la simulation sur ordinateur pour les opérations comptables.

Dans le présent rapport, nous présentons un modèle informatique de simulation des pêches dans le détroit de Géorgie. Par ce modèle, nous voulons contribuer à préciser et à quantifier les effets à court terme (5–10 ans) des diverses mesures réglementaires concernant la remonte. Le modèle a été créé par une équipe de l'*Institute of Animal Resource Ecology*, de l'Université de la Colombie-Britannique, en étroite collaboration avec les scientifiques et directeurs du ministère des Pêches et des Océans (MPO) du gouvernement canadien. La mise au point du modèle s'est faite de manière itérative, les scientifiques du Ministère fournissant les données et proposant des rapports, les scientifiques de l'université assurant le traitement informatique, les scientifiques du Ministère examinant les prévisions par rapport aux données et suggérant des corrections, etc. Nous ne décrivons ici que le produit final, résultat d'à peu près 1 an- d'efforts (30 personnes-mois).

Nous faisons un compte rendu détaillé des pêches à l'heure actuelle et des décisions gestionnaires antérieures et nous analysons les stocks de quinnat et de coho. Nous expliquons ensuite comment le modèle a été mis au point et quelles en sont les quatre principales composantes (pêche sportive, pêche à la traîne, dynamique des populations et choix des mesures possibles). Plusieurs des prévisions livrées par le modèle sont sous la forme de scénarios correspondant à l'adoption de diverses combinaisons de règlements. Enfin, nous analysons les déficiences du modèle et les correctifs possibles. L'analyse détaillée de la base des données est effectuée dans l'appendice A.

CHAPITRE 2

La pêche du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie

Nous présentons ici la situation générale des pêches dans le détroit de Géorgie pour 1979 en termes d'engins de pêche, de pêcheurs, de règlements, de lieux et de dates de pêche et de niveaux de prise. Dans le présent exposé, le détroit de Géorgie est limité aux eaux intérieures comprises entre la pointe Sheringham près de Sooke du côté sud de l'île Vancouver et une ligne passant par l'entrée nord de l'inlet Bute et le goulet Seymour (fig. 2.1). Les références pour cette partie du travail sont données dans l'appendice A.

Engins de pêche et pêcheurs

La pêche du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie touche beaucoup de pêcheurs regroupés en quatre classes. Il y a d'abord la pêche sportive en eau salée, la plus importante par le nombre de participants, soit plus de 100 000 bateaux et 345 000 pêcheurs par année. La pêche commerciale suit avec à peu près 9 000 pêcheurs travaillant sur 4 400 bateaux de pêche à la traîne, aux filets maillants et à la senne. La pêche de subsistance par les Indiens touche 6 300 pêcheurs qui concentrent leurs activités dans les lacs, rivières et petits cours d'eau drainés dans le détroit. Enfin, la pêche sportive en eau douce mobilise peut-être 50 000 pêcheurs. Cette combinaison de quatre pêches, de six types d'engins et de plus de 400 000 «récolteurs» classe la pêche du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie parmi les plus complexes qui soient en Amérique du Nord.

Pêche sportive en eaux à marée

Les bateaux employés pour la pêche sportive vont du simple canot de 2,4 m (8 pi) aux vaisseaux affrétés de 40 m (130 pi) et comprennent aussi des voiliers, des canots à rames et des bateaux-maisons. Une enquête effectuée en 1973 a permis d'évaluer à environ 88 000 le total des bateaux de plaisance (ayant une longueur moyenne de 5 m) appartenant aux résidants riverains et dont plus des deux tiers sont employés avant tout à la pêche sportive (Mos and Harrison 1974). Compte tenu du nombre de bateaux appartenant à des non-résidants et de l'augmentation de la flotte des résidants, il ne fait pas de doute que la flotte de bateaux de pêche sportive du détroit de Géorgie approche davantage les 100 000. Au cours des mois d'été, il y a souvent plus de 1 500 bateaux de pêche sportive quotidiennement dans le détroit, et pendant le festival du saumon dans la baie Howe, il faut rajouter 2 500 à 4 500 bateaux (Argue et Pitre 1972).

Sinclair (1972) estime que 96 % de tous les jours-pêcheurs à la ligne de la Colombie-Britannique en 1971 ont été employés sur le détroit. MM. W.D. Masse et P.W. Stern (ministère des Pêches et des Océans, Vancouver (C.-B.), données inédites) ont estimé que 360 000 pêcheurs à la ligne tentent leur chance au moins une fois par année dans les eaux à marée de la Colombie-Britannique. La combinaison de ces deux observations permet d'estimer la population des pêcheurs à la ligne résidants et autres dans le détroit à 345 000. Il faut quand même se rappeler que certains de ces amateurs ne s'intéressent pas principalement à la pêche. En effet, il a été montré dans deux études (Brian 1974; Sewell et Rostron 1970) que des raisons comme «être au grand air», «fuir le travail» ou «être avec des amis» sont des raisons aussi souvent citées, sinon plus, que «le plaisir d'attraper le poisson».

Il existe à peu près 155 ports de plaisance et stations, 80 quais publics et 60 rampes privées sur le détroit de Géorgie pour desservir la considérable flotte de bateaux de plaisance (Mary Harrison, Pêches et Océans, 1090 West Pender, Vancouver (C.-B.), communication personnelle). En outre, il existe beaucoup d'autres commerces spécialisés dans la vente et l'entretien des engins de pêche, des bateaux et des moteurs, comme d'autres services reliés à la pêche.

Les pêcheurs sportifs emploient une vaste gamme d'agrès pour capturer le saumon. L'appât le plus populaire est sans doute le hareng du Pacifique frais ou congelé, entier, paré ou en lanières. Beaucoup de pêcheurs emploient les «downriggers» pour faire couler leur armement jusqu'à la profondeur de prédilection du saumon quinnat, à plus de 27 m (Argue 1970). Dans les secteurs où il y a de puissants courants de marée (par exemple, dans le passage Discovery près de la rivière Campbell), on arrive au même effet en pratiquant le «mooching» (fig. 2.2). Le coho est souvent capturé à la traîne à l'aide d'appâts et de toute une série de mouches artificielles (p. ex., les «bucktails»), les cuillers et les leurres en matière plastique «hoochies» . Quand le coho se nourrit près de la surface, beaucoup de pêcheurs emploient la canne avec un leurre de plomb «buzz bomb» ou le lancer avec un petit hareng mort ou vif (moins de 13 cm).

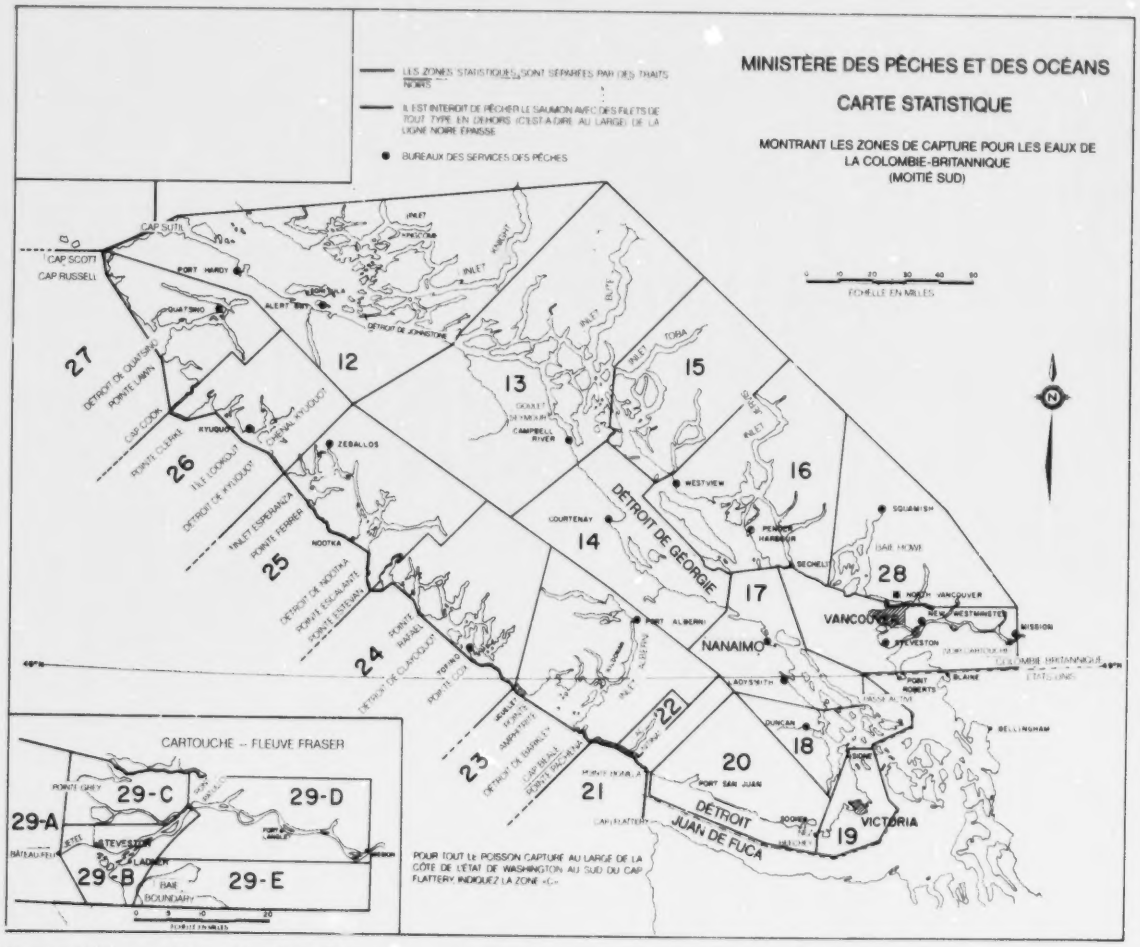


FIG. 2.1 **Région étudiée — détroit de Géorgie — montrant les limites des zones d'analyse statistique.**

Les pêcheurs communiquent sur la bande SRG pour se passer les informations, et beaucoup de bateaux sont équipés de sondeurs à écho avec signaux lumineux ou avec bandes enregistreuses uniquement pour localiser le poisson.

Pêche commerciale à la traîne

En 1970, il y a eu environ 1 000 bateaux commerciaux de pêche à la traîne (fig. 2.3A) et bateaux polyvalents de pêche à la traîne et aux filets maillants (fig. 2.3B) qui ont opéré au moins une journée dans le détroit de Géorgie (Anon. 1971). Les pêcheurs de près de la moitié de cette flotte dépendent des saumons du détroit pour assurer leurs débarquements saisonniers de saumon pris à la traîne. Il s'agit des bateaux les plus petits et les plus vieux (en moyenne 8,2 m (27 pi)) de la flotte de pêche à la traîne de la Colombie-Britannique. La majorité des autres n'a pêché que peu de temps seulement dans le détroit de Géorgie, employant les gros bateaux de pêche à la traîne typiques de la côte ouest ou des bateaux polyvalents. Ils avaient l'habitude de pêcher dans le détroit entre 1 et 4 sem au tout début de la saison du quinnat ou bien la première semaine de la saison du coho. À la fin de l'été, quelques-uns (50–100) pêchaient durant à peu près une semaine durant la période d'abondance du saumon rouge au large de l'embouchure du Fraser. Ces gros bateaux plus efficaces que les autres pour la pêche à la traîne ont débarqué 40 % de la prise totale à la traîne du saumon dans le détroit en 1970, mais cela représente moins de 10 % de leurs propres prises totales saisonnières. L'analyse de données assez récentes (1973–1976) obtenues à partir des fiches de vente confirme cette observation effectuée à partir de données de 1970 (A.D. Anderson, Pêches et Océans, Nanaïmo (C.-B.), données inédites). À noter que les propriétaires de tous les bateaux de pêche commerciale du saumon doivent détenir un permis pour le bateau et que tous les pêcheurs commerciaux doivent avoir un permis de pêche.

La plupart des bateaux de pêche à la traîne dans le détroit sont opérés par un ou deux marins. On peut donc évaluer à environ 1 000 le nombre de pêcheurs qui dépendent de cette forme de pêche dans le détroit et à près de 2 000 le nombre de pêcheurs à la traîne qui pêchent une fois ou plus dans le détroit au cours de toute année donnée. Il doit y avoir une quarantaine de bateaux en n'importe quel jour donné de juin et plus de 200 lors de l'ouverture de la saison du quinnat et du coho (Argue et Pitre 1972).

Les bateaux de pêche à la traîne dans le détroit sont habituellement équipés de quatre lignes à la traîne ou moins, chacune étant pourvue de 2 à 12 leurres. Certains des bateaux «west coast»

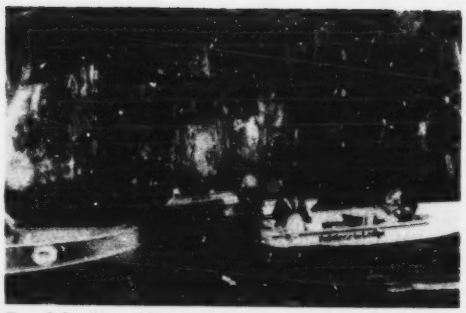


Fig. 2.2 «Mooching» avec les bateaux de pêche sportive à Copper Bluffs dans le passage Discovery, près de la rivière Campbell.

comptent huit lignes ou plus et jusqu'à 14 leurres par ligne. Les leurres sont disposés entre la surface et 110 m (60 brasses) de profondeur selon l'espèce, la saison et la zone. L'armement comprend les leurres combinées «hoochie-dodger», les grosses cuillers chromées ou en laiton, les poissons nageurs, les appâts et à l'occasion, des leurres plus petits pour amateurs (Argue 1970). Dans la plupart des cas, du monofilament de 14–45 kg de résistance (30–100 lb) est employé pour relier l'armement à la ligne traînante en acier. L'équipement électronique comprend le simple sondeur à écho sur de vieux bateaux à l'enregistrement moderne comme le sondeur à haute fréquence à bande enregistreuse, les radios B.L.V., le sonar, le thermographe, le radar, le loran C et les pilotes automatiques sur un grand nombre des plus gros bateaux du type «west coast».

Pêche commerciale aux filets maillants

C'est dans la zone 29 du Fraser qu'est réunie la plus importante flottille de bateaux aux filets maillants du détroit. Celle-ci s'occupe davantage des autres espèces de saumons, mais elle capture tout de même une grande quantité de quinnat et de coho. L'effectif maximum est de 800 bateaux durant la pêche estivale du saumon rouge et du saumon rose et, certaines années, durant la saison de pêche automnale du kéta. Du 15 avril à la fin juin, les périodes hebdomadaires de pêche du quinnat occupent des pêcheurs disposant d'environ 400 filets maillants. Le Fraser est pêché exclusivement par des pêcheurs qui en ont moins de 100. Cependant, il faut compter qu'environ 1 500 filets maillants sont employés au moins une journée par année dans la zone 29. Un bon nombre des vaisseaux de passage rapportent avoir capturé du saumon aux filets maillants partout sur la côte de la Colombie-Britannique.

Dans tout le reste du détroit, il y a moins de 60 bateaux aux filets maillants qui se concentrent

FIG. 2.3A Bateau de pêche à la traîne dans le détroit de Géorgie.

FIG. 2.3B Bateau polyvalent de pêche à la traîne et aux filets maillants dans le détroit de Géorgie.

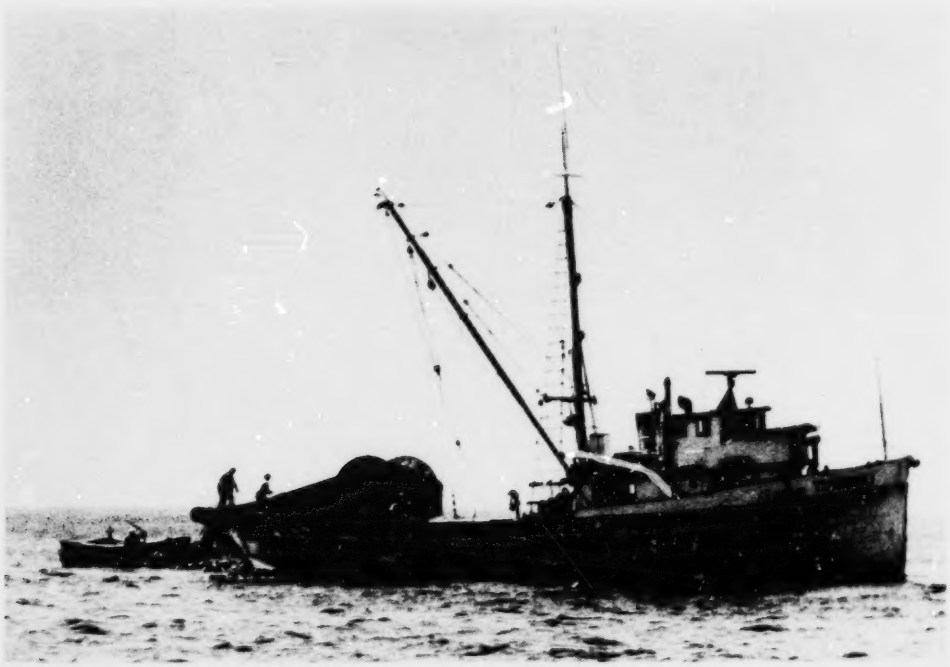


FIG. 2.4 Senneur à tambour.

exclusivement sur les eaux intérieures; cependant, il y a plus de 1 500 bateaux qui pêchent au moins une journée dans le détroit. Les flottilles d'un endroit donné regroupent à l'occasion jusqu'à 50 bateaux.

On trouve en moyenne 1,5 pêcheur par bateau aux filets maillants; cela représente environ 250 pêcheurs qui travaillent uniquement dans le détroit. Environ 3 000 bateaux aux filets maillants pêchent au moins une fois dans le détroit; ainsi, 4 500 pêcheurs aux filets maillants débarquent des poissons provenant en partie du détroit. Il s'agit cependant d'une surévaluation puisque les pêcheurs des bateaux polyvalents sont inclus dans les chiffres.

La plupart des bateaux aux filets maillants sont des vaisseaux rapides à coque plane de 10 m (33 pi) ou des vaisseaux polyvalents de 15 m (50 pi) (figure 2.3). Beaucoup sont équipés de plusieurs sondeurs à écho, de radars, de pilotes automatiques, de différents types de radio-téléphones et d'autres aides à la navigation. Les filets employés pour le saumon rouge, le saumon rose et le coho ont un maillage de 130–149 mm (5 1/8 et 5 7/8 po); ceux employés pour le kéta et le quinnat ont habituellement entre 165 et 216 mm (6 1/2 po à 8 1/2 po). La couleur des fils et le taux d'armement dépendent d'un grand nombre de facteurs dont la couleur de l'eau, l'espèce recherchée, l'emplacement et la phase de la marée.

PÊCHE COMMERCIALE À LA SENNE

La flottille de senneurs de la Colombie-Britannique est très mobile (Hilborn et Ledbetter 1979), de sorte qu'il y a très peu de ces bateaux qui tirent une partie importante de leurs revenus de la pêche en un seul endroit. Ceci vaut particulièrement pour le détroit de Géorgie. En 1973, par exemple, seulement deux senneurs ont pêché exclusivement dans les eaux du détroit de Géorgie. Il y a des pêches locales à la senne réunissant 20 à 100 bateaux, mais aucune ne permet une récolte importante de quinnat et de coho. À peu près 400 senneurs pêchent le saumon au moins une fois l'an dans le détroit de Géorgie; en supposant un équipage moyen de six, il y a donc 2 400 marins sur des senneurs qui tirent une partie de leurs revenus en pêchant le saumon dans le détroit de Géorgie. Les senneurs mesurent entre 12 m (40 pi) à 30 m (100 pi) (fig. 2.4). La plupart sont équipés des aides électroniques les plus modernes pour trouver le poisson ou encore déployer le filet de 402 m (1 320 pi).

Pêche de subsistance par les Indiens

Vingt-trois bandes indiennes vivent autour du détroit de Géorgie (Cummins *et al.* 1978) et la plupart ont des réserves à l'embouchure ou sur le bief inférieur des principales rivières. Sur le Fraser, 91 bandes sont situées stratégiquement sur le bras principal du fleuve ou tout près et sur ses principaux affluents (Bennett 1973).

Les Indiens attachent beaucoup d'importance au saumon pour des raisons économiques, culturelles et nutritives (Bennett 1973). Sur le Fraser, ils emploient toujours des méthodes traditionnelles comme la pêche aux filets tendus, aux carrelets, à la ligne et hameçon, à la gaffe et au dard, ainsi qu'aux filets maillants. Ailleurs, ils emploient du matériel commercial de pêche aux filets dans les eaux à marée durant les périodes d'interdiction de la pêche commerciale.

Bennett (1973) a montré que les Indiens du Fraser préfèrent le quinnat pour leur propre consommation et presque autant le saumon rouge, tandis que le coho n'est pas très prisé. Elle a pu estimer aussi à plus de 80 % la proportion d'Indiens du Fraser qui mangent du saumon au moins une fois par semaine.

On a estimé à 5 500 le nombre d'Indiens pêchant pour leur subsistance sur le Fraser, soit 31 % de la population (17 600 sujets). Sur le détroit de Géorgie, la population adulte d'Indiens est quelque peu supérieure à 2 600 (données du recensement 1971 citées dans Cummins *et al.* 1978). En supposant que 31 % d'entre eux vont à la pêche, il y aurait ainsi 800 pêcheurs de subsistance dans le détroit. Au total, nous estimons qu'il y a au moins 6 300 Indiens participant à l'effort de pêche sur les rivières et cours d'eau de la région étudiée.

Pêche sportive en eau douce

Nous avons peu de renseignements sur les pêcheurs de saumon en eau douce dans le sud de la Colombie-Britannique. En automne, il se fait de la pêche sportive au coho dans la plupart des réseaux hydrographiques importants, notamment celui du Fraser. La plupart des pêcheurs à la ligne en eau douce pêchent au lancer avec des leurres ou de la rogue saumurée de salmonidé. Dans certains cas, du quinnat est capturé quand certaines rivières bien précises sont ouvertes à la pêche à cette espèce. D'après un recensement de 1975 (Anon. 1977), près de 290 000 pêcheurs à la ligne résidants avaient un permis de pêche en eau douce dans certains secteurs bordant le détroit de Géorgie et certains secteurs drainés par le Fraser. Cependant, le quinnat et le coho n'ont constitué que 2 % seulement de la prise totale estimée en eau douce au cours de 1975.

Règlements en 1979

Pêche sportive

La réglementation touchant à la pêche sportive du saumon en eau salée est peu importante. Il y a une longueur minimum à la fourche de 30,5 cm (12 po) que peu de quinnats atteignent avant août à leur première année en mer. Quelques cohos atteignent cette limite en juin de leur première année en mer. Virtuellement tous les quinnats et les cohos atteignent 12 po en avril, à leur deuxième année en mer. La limite quotidienne par personne est de quatre saumons et la limite de prise est égale à deux fois la limite quotidienne. Dans la partie amont de la baie Howe, la limite quotidienne du quinnat est fixée à deux. Les pêcheurs sportifs n'ont droit qu'à un seul leurre par ligne (aucune limite sur le nombre de cannes de pêche) et le halage mécanique est défendu (ces réserves s'appliquent aux «downriggers»). Les non-résidants qui emploient leur propre embarcation peuvent se procurer un permis coûtant 15 à 75 $ selon la longueur de l'embarcation. Enfin, la pêche sportive à la ligne est permise toute l'année dans le détroit de Géorgie, sauf dans certains zones de pêche à l'embouchure de quelques rivières (ainsi, la rivière Campbell et la rivière Cowichan) où il y a interdiction de pêche à la ligne du quinnat pendant tout ou partie de la remonte afin de protéger les populations de saumon.

Les pêcheurs sportifs âgés de plus de 15 ans qui exercent leur sport en eau douce doivent se procurer un permis provincial de pêche à la ligne en eau douce. Des cinq espèces de saumon du Pacifique, seulement le quinnat et le coho peuvent être capturés en eau douce. La limite quotidienne pour ces deux espèces est de deux poissons mesurant plus de 51 cm (20 po) à la fourche ou de huit poissons mesurant entre 20 cm (8 po) et 51 cm, ou encore huit poissons dont pas plus de deux ne doivent dépasser 51 cm. Ces limites de taille limitent la récolte des sujets de 3 ans et plus à deux par jour. En outre, elles mettent tous les juvéniles à l'abri de la pêche et permettent une prise quotidienne pouvant atteindre huit jacks (de 2 ans). Les pêcheurs peuvent garder avec eux une prise de trois jours. En eau douce, ils n'ont pas droit à plus d'une ligne par personne et d'un leurre par ligne, sauf à la pêche à la mouche, alors qu'on peut employer deux mouches artificielles par ligne. Le «snagging» du saumon est illégal.

Il y a beaucoup de règlements spéciaux en vigueur dans certains secteurs, par exemple, la pêche à la mouche seulement, la pêche interdite aux plus de 15 ans et aux moins de 65 ans, l'interdiction de prendre et de remettre à l'eau le poisson, l'interdiction de pêcher à la rogue, l'interdiction

de pêcher avec des appâts naturels, l'obligation d'employer des hameçons sans ardillon, etc. Ces règlements spéciaux sont en vigueur à différentes périodes et sur différents réseaux hydrographiques afin de protéger les espèces ou de respecter les contingents, notamment ceux de la truite arc-en-ciel anadrome ou de différentes autres espèces de truite. Ces règlements s'appliquent également aussi bien aux diverses espèces de saumon trouvées éventuellement dans les eaux pêchées.

Beaucoup des lieux de pêche traditionnels en eau douce des quinnats de 3 ans et plus sont maintenant fermés à la pêche à la ligne afin de protéger l'espèce. Fraser *et al.* (1979) font observer que dans le réseau du fleuve Fraser, plus de 12 affluents importants et leurs propres affluents sont maintenant fermés à la pêche afin de protéger le quinnat qui monte s'y reproduire. La plupart des pêcheries de coho dans les rivières et petits cours d'eau du détroit de Géorgie sont encore ouvertes.

Pêche commerciale à la traîne

Les bateaux commerciaux de pêche à la traîne ne peuvent pêcher le quinnat que pendant 5 ½ mo (du 15 avril au 30 septembre) et le coho, pendant 3 mo (du 1er juillet au 30 septembre), mais ils peuvent pêcher sans interruption durant ces périodes. Dans la zone 29A et entre le 15 avril et le début juillet, les pêcheurs à la traîne ne peuvent travailler que les jours ouverts à la pêche au filet. La pêche à la traîne est interdite dans environ 10 % des secteurs pêchables du détroit de Géorgie, c'est-à-dire la baie Howe, l'inlet Burrard, l'inlet Saanich, les eaux entre la pointe Sheringham et Sidney, et le port de Comox.

Le quinnat capturé à la traîne dans le détroit de Géorgie doit peser plus de 1,4 kg (3 lb) en poids brut ou 1,1 kg (2,5 lb) en poids paré, avec la tête. Un quinnat de 1,4 kg mesure à peu près 46 cm (18 po) à la fourche. Partout ailleurs sur la côte de la Colombie-Britannique, le quinnat doit mesurer plus de 66 cm (26 po) hors tout (62 cm (24,4 po) à la fourche). Tous les quinnats atteignent la limite de 46 cm pour la pêche à la traîne dès le 15 avril de leur troisième année en mer. Les cohos pris à la traîne doivent peser plus de 1,4 kg en poids brut ou 1,1 kg en poids paré. Normalement, la limite de poids pour la pêche à la traîne du coho est suspendue jusqu'au 1er août chaque année. Le nombre et le type de leurres pour la pêche à la traîne ne sont soumis à aucun règlement.

Pêche commerciale au filet

Le saumon capturé au filet doit peser plus de 1,4 kg (3 lb) en poids brut ou 1,1 kg (2,5 lb) en poids paré. Les filets maillants doivent mesurer entre 137 et 366 m (75–200 brasses), ne pas avoir plus de 60 mailles en profondeur et avoir un taux d'armement de la ligne de flotteurs ne dépassant pas le rapport 3 à 1. Les sennes coulissantes ne doivent pas dépasser 402 m (220 brasses) et ne doivent pas avoir moins de 250 mailles de profondeur. Les senneurs ne peuvent employer que des embarcations sans moteurs pour tendre et rappeler les filets.

Les règlements concernant la longueur des filets maillants reposent sur la mesure de l'écart minimum ou maximum «sans traction» entre les coins d'une même maille diagonalement opposés. Ces règlements changent d'une pêcherie à l'autre. Le minimum normal est de 127 mm (5 po) et le maximum normal, de 216 mm (8 ½ po). Avant le 20 septembre, les sennes doivent avoir un maillage supérieur à 89 mm (3,5 po). Passé cette date, les 200 mailles supérieures des derniers 18 m du filet (10 brasses) doivent dépasser 102 mm (4 po).

La pêche au filet est interdite dans l'inlet Saanich, dans la partie sud du chenal Stuart, dans le chenal Northumberland près de Nanaïmo, dans les eaux canadiennes entre la pointe Sheringham et Sidney, de même que par diverses ententes frontalières interdisant l'embouchure de certains grands cours d'eau. La pêche du saumon à la senne coulissante est interdite dans la zone 29 et la pêche du saumon aux filets maillants est interdite dans la baie Howe, dans l'inlet Burrard et dans le bras Indian. Mission Bridge constitue la limite amont de la pêche aux filets maillants sur le Fraser.

La période de pêche au filet du saumon dans les zones permises du détroit de Géorgie et du fleuve Fraser est généralement inférieure à 3 jours par semaine et le plus souvent, entre 12 h et 1 journée par semaine sur le Fraser. Les pêcheries au filet sur celui-ci, dans les secteurs 17 et 18 à l'est de la partie sud des îles Gulf et dans le chenal Sabine sont exploitées pendant au moins 4 sem chaque année (jusqu'à 20 sem sur le Fraser). Il y a rarement de pêche au filet ailleurs dans le détroit, sinon certaines années durant lesquelles la pêche au saumon kéta a lieu pendant 1 sem ou 2 devant l'embouchure de certaines rivières (par exemple, les rivières Big et Little Qualicum, la rivière Cowichan et la rivière Nanaïmo), et entre le 15 avril et la mi-juin, alors que la pêche du quinnat à l'aide de filets maillants à grandes mailles est permise dans la partie ouest des zones 15 et 16. Il y a moins de 20 bateaux pour cette pêche hâtive.

La Commission internationale des pêcheries du saumon du Pacifique (CIPSP) délimite les zones de pêche au filet et fixe les périodes hebdomadaires de pêche entre juillet et octobre dans la partie sud du détroit de Géorgie comprise entre une ligne passant à peu près par le port de Pender sur la côte et par la baie Northwest sur l'île Vancouver, comme

dans les eaux du Fraser. Le ministère des Pêches et des Océans exerce sa juridiction ailleurs dans le détroit et le reste du temps.

Pêche de subsistance par les Indiens

Les permis sont gratuits pour les Indiens ou pour les bandes qui veulent pêcher le saumon pour leur subsistance. Les permis portent la désignation des engins acceptés et indiquent les périodes de pêche soit, le plus souvent, certains jours de la semaine pendant un nombre précis de semaines. Les poissons pêchés pour la subsistance ne peuvent être vendus. Les fonctionnaires des pêcheries du district, de Pêches et Océans, sont chargés de préciser les périodes et secteurs de pêche de même que les engins autorisés.

Effort de pêche — lieux et périodes

Pêche sportive

La pêche sportive en eaux à marée est concentrée entre 3,2 et 8 km (2–5 m.) de la côte (fig. 2.5, partie supérieure). L'effort de pêche est plus intense près des grands centres de population (Vancouver et Victoria) par rapport aux zones de pêche plus productives. Les eaux les plus productives sont situées sur la côte est de l'île Vancouver entre Nanaïmo et la rivière Campbell et près du littoral entre le port de Pender et la rivière Powell. Les eaux du sud entourant les îles Gulf sont très exploitées, surtout par les pêcheurs à la ligne davantage intéressés par la détente que par la prise du saumon (Bryan 1974). À l'inverse, les eaux au nord des îles Gulf sont très productives pour le saumon, mais ne sont pas très exploitées étant donné l'accès difficile et la rareté des marinas (Meyer et Harrison 1976).

L'effort de pêche augmente rapidement d'avril à juillet, avec le beau temps et l'arrivée des vacances, et à mesure que le coho grossit et se regroupe (fig. 2.6). Passé août, c'est le contraire : le mauvais temps commence, les vacances sont finies et le coho remonte. La pêche sportive hivernale est pratiquée surtout les jours de fin de semaine et principalement dans la partie sud des îles Gulf où il y a davantage de quinnat (Argue et Marshall 1976; Argue *et al.* 1977b); et un accès plus facile aux eaux abritées.

La pêche sportive en eau douce coïncide avec la remonte du quinnat (juillet–octobre) et du coho

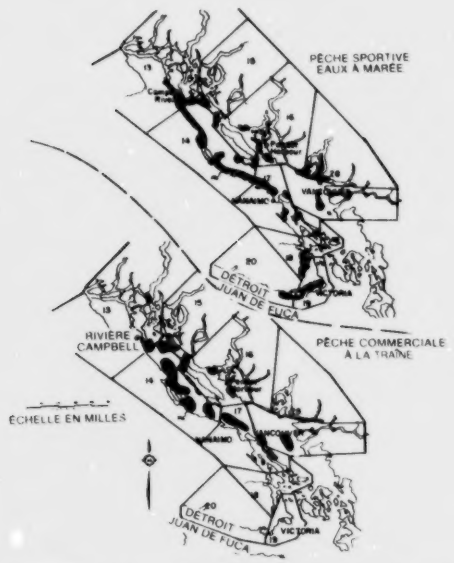


FIG. 2.5 Principales pêcheries sportives en eaux à marée (partie supérieure) et pêche commerciale à la traîne (partie inférieure) dans le détroit de Géorgie. Les zones les plus pêchées sont ombrées.

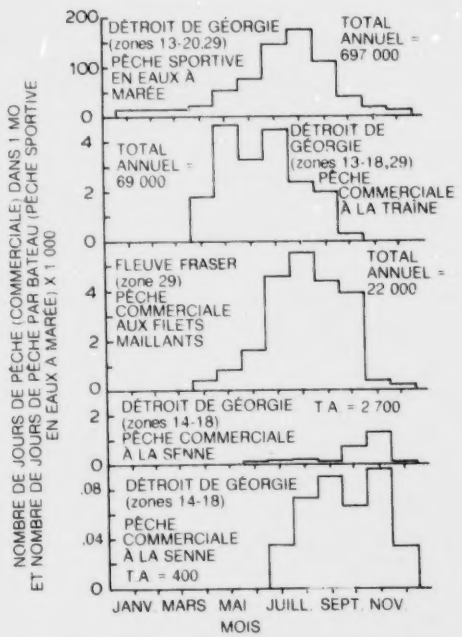


FIG. 2.6 Effort saisonnier de pêche sportive, à la traîne, aux filets maillants et à la senne (1972–1976) dans les eaux à marée du détroit de Géorgie et aux filets maillants dans les eaux à marée et les eaux sans marée du fleuve Fraser.

(mi-août à la première semaine de novembre). Rien n'a été publié sur la pêche du saumon du Pacifique en eau douce. Il ne fait pas de doute que le Fraser est le cours d'eau le plus fréquenté et que les autres rivières accessibles (la Seymour, la Capilano, la Squamish, la Cowichan, la Chemainus, la Nanaïmo, la Big Qualicum et la Campbell) le sont aussi beaucoup, notamment durant la migration du coho.

Pêche commerciale à la traîne

Les pêcheurs commerciaux à la traîne (voir fig. 2.5, partie inférieure) évitent habituellement les secteurs les moins productifs. Dans les secteurs productifs fréquentés par les pêcheurs sportifs, les pêcheurs commerciaux ont plutôt tendance à s'installer en périphérie des groupes (Argue et Pitre 1972); ils exploitent les pêcheries du quinnat dans la zone sud, surtout près des côtes, en avril et en mai et passent aux lieux de pêche situés plus au nord et plus au large après l'ouverture de la saison du coho le 1er juillet.

L'effort mensuel de pêche à la traîne atteint un premier maximum peu après l'ouverture de la saison du quinnat et un deuxième peu après l'ouverture de la saison du coho (fig. 2.6). Il régresse rapidement par la suite. Une flottille de 50 à 100 bateaux pour la pêche à la traîne concentre son effort sur la pêche au saumon rouge et au saumon rose abondants pendant quelques jours d'août et septembre, entre l'estuaire du Fraser et la côte est des îles Valdes et Galiano.

Pêche commerciale au filet

On pratique la pêche commerciale aux filets maillants sur le Fraser entre Mission et le phare de Sand Heads, et aussi dans une grande partie de l'embouchure du fleuve Fraser entre le phare et la côte est des îles Galiano et Valdes (fig. 2.7, partie supérieure). On évite d'employer les filets maillants dans le chenal nord très achalandé du Fraser.

La pêche aux filets maillants dans le Fraser commence le 15 avril à la cadence de 1 jour par semaine, mais jusqu'en juillet, l'effort demeure peu important (fig. 2.6). De juillet à octobre, durant la saison soumise à la réglementation de la CIPSP, l'effort mensuel grimpe à 4 000 jours de pêche. À ce moment-là, les espèces cibles sont le saumon rouge et le saumon rose. Ceux-ci migrent à peu près en même temps que le quinnat et le coho et c'est pourquoi la flottille de pêche aux filets maillants capture involontairement les sujets de toutes les espèces.

Dans le reste du détroit, la seule pêche importante aux filets maillants se situe dans le chenal Sabine et dans la partie des zones 17 et 18 située face à l'embouchure du Fraser. Les stocks en migration des saumons roses, rouges et kétas sont la cible. En octobre et en novembre, les remontes de kéta sont parfois assez importantes pour qu'on le pêche à l'embouchure des rivières Big et Little Qualicum, de la Nanaïmo et de la Cowichan, ainsi qu'à l'entrée de la baie Howe. Des cohos à migration tardive y sont aussi pêchés. Au début du printemps, quelques pêcheurs lancent leur filet maillant dans la partie ouest des zones 15 et 16 pour capturer le quinnat.

Des pêcheurs commerciaux emploient la senne dans le chenal Sabine et dans la partie est des zones 17 et 18 pour capturer le saumon rouge et le saumon rose en déplacement. En octobre et en novembre, certains pêcheurs emploient des sennes pour capturer le kéta au même endroit que sont déployés les filets maillants.

Pêche de subsistance par les Indiens

La pêche de subsistance est la plus intensive sur le Fraser. Les Indiens du Fraser préfèrent le

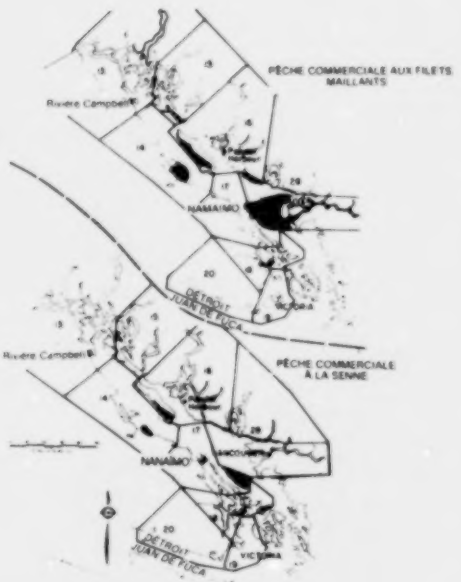


FIG. 2.7 Principales pêcheries pour les bateaux de pêche commerciale aux filets maillants (partie supérieure) et à la senne (partie inférieure) dans le détroit de Géorgie. Les zones les plus exploitées sont ombrées.

quinnat, mais c'est le saumon rouge qui domine la pêche vu son abondance (Bennett 1973). Par conséquent, le gros de l'effort de pêche se situe lors des principales migrations du saumon rouge. La pêche du coho et du saumon rouge a lieu sur tous les gros cours d'eau du détroit de Géorgie durant les remontes d'août-novembre. Il n'y a aucune estimation valable de l'effort de pêche de subsistance.

Prises autorisées par type d'engin

Nous décrivons dans la présente section les prises de 1972 à 1976 dans le détroit de Géorgie, ensuite celles des pêches dans les voies de migration des détroits Juan de Fuca et de Johnstone. Nous verrons au chapitre 3 quelles sont les prises de quinnat et de coho ayant grossi dans les rivières alimentant le détroit de Géorgie et capturés même devant les côtes de l'Orégon au sud et les côtes du sud-est de l'Alaska au nord (Godfrey 1968).

Le tableau 2.1 indique la récolte annuelle moyenne par type de pêche dans le détroit de Géorgie et autour, tout en faisant la distinction entre le poisson d'origine canadienne et le poisson d'origine américaine. Les estimations concernant le stock américain capturé dans les eaux des détroits Juan de Fuca et de Johnstone ont été calculées à partir des rapports préparés par le comité technique États-Unis–Canada sur les prises de saumon (Anon. 1975). L'estimation du stock américain capturé dans le détroit de Géorgie est présentée dans l'appendice A. Nous avons supposé que le quinnat et le coho canadien dont la capture est signalée sur le tableau 2.1 proviennent des rivières alimentant le détroit de Géorgie. Les données suivantes proviennent de plusieurs sources précisées dans l'appendice A.

Quinnat

Près de la moitié des quinnats capturés dans le détroit de Géorgie avec des engins de pêche sportive (343 000) étaient répartis par âge de la façon suivante : 48 % à leur deuxième année en mer (nombre d'années civiles, complètes ou non, vécues en mer), 38 % à leur troisième année, 13 % à leur quatrième et 1 % à leur première et à leur cinquième. Les pêcheurs commerciaux à la traîne constituent le deuxième groupe en importance, ayant récolté 24 % de la prise totale dans les eaux du détroit (183 000 poissons); cette fois, la répartition était de 23 % la deuxième année en mer, 61 % à la troisième, 15 % à la quatrième et 1 % à la cinquième. En moyenne, les quinnats capturés n'importe quand pendant l'année civile ont un poids paré de moins de 0,5 kg (1 lb) à la première année en mer à 0,5–1,8 kg (4 lb) à la deuxième année, entre 1,8 et 4,1 kg (9 lb) à la troisième année, entre 4,1 et 8,2 kg (18 lb) à la quatrième et entre 8,2 et 11,3 kg (25 lb) à la cinquième.

Les pêcheurs commerciaux aux filets maillants du fleuve Fraser ont capturé 18 % de la récolte du détroit de Géorgie (136 000 poissons). Les pêcheurs sportifs d'eau douce et les Indiens du Fraser ont capturé 76 000 poissons, soit 10 % de la récolte totale. Enfin, la pêche à l'embouchure par des pêcheurs commerciaux, des sportifs et par les Indiens sur les autres cours d'eau correspond à 2 % de la prise totale dans le détroit, soit 16 000 quinnats.

La prise totale de quinnats indigènes du détroit de Géorgie s'est élevée à 676 000 poissons, ce qui correspond à 80 % de la prise totale en eau de mer et en eau douce dans le détroit. Nous estimons que 106 000 autres quinnats du détroit de Géorgie ont été récoltés par des pêcheurs canadiens au filet dans les détroits de Johnstone et Juan de Fuca et par des pêcheurs américains au filet dans le détroit Juan de Fuca et dans la partie sud du détroit de Géorgie, ce qui porte le total à 782 000 quinnats indigènes capturés dans les eaux côtières ou aux environs. Les pêcheurs à la traîne, commerciaux et sportifs, ont récolté 57 % de ce total dans le détroit de Géorgie (fig. 2.8). Il n'y a pas de pêche commerciale aux filets maillants ou à la senne sur une base régulière dans le détroit, sauf la pêche aux filets maillants dans le Fraser.

Coho

Le tableau 2.1 donne les prises moyennes annuelles de coho entre 1972 et 1976 par les pêcheurs en eau salée et en eau douce du détroit de Géorgie et par les pêcheurs installés dans les voies de migration.

Dans le détroit de Géorgie, près des deux tiers (470 000) de la prise totale de coho (724 000) ont été capturés par des pêcheurs sportifs en eaux à marée, 14 % (98 000) par des pêcheurs commerciaux à la traîne, 16 % (116 000) par des pêcheurs sportifs, par des pêcheurs aux filets maillants et par les Indiens sur le Fraser et 6 % (40 000) par des pêcheurs à l'embouchure sur des cours d'eau autres que le Fraser. Nos estimations concernant la pêche à l'embouchure des deux espèces ne sont pas certaines puisque elles reposent sur un nombre assez limité de données à l'exception de la prise aux filets maillants sur le Fraser (appendice A).

La plupart des cohos sont récoltés lors de leur deuxième année en mer; quelques uns sont attrapés à leur première année en mer par des pêcheurs sportifs en eaux à marée (à peu près 7 % du total de la pêche sportive). Le coho capturé en eaux à marée a un poids paré moyen de 0,5 kg (1 lb) en mars à 2,3 kg (5 lb) en octobre. Le poids moyen des cohos capturés dans les pêches en eaux à marée entre août et novembre varie davantage parce que

TABLEAU 2.1 Prise moyenne à la pêche au filet entre 1972 et 1976[a] dans le détroit de Géorgie, dans le fleuve Fraser, dans le détroit Juan de Fuca, dans le détroit de Johnstone et dans les eaux de l'État de Washington.

Pêche	Coho			Quinnat		
	Prise totale	Prise estimée selon l'origine des stocks		Prise totale	Prise estimée selon l'origine des stocks	
		É.-U.	Canada		É.-U.	Canada
Pêche sportive en eaux à marée — Dét. Géo.	470 000	70 000	400 000	343 000	51 000	292 000
Pêche à la traîne — Dét. Géo.	98 000	15 000	83 000	183 000	27 000	156 000
Filets maillants — Fraser	44 000	—	44 000	136 000	—	136 000
Indiens — Fraser	38 000	—	38 000	32 000	—	32 000
Pêche sportive — Fraser	34 000	—	34 000	44 000	—	44 000
Pêche à l'embouchure — Dét. Géo.	40 000	—	40 000	16 000	—	16 000
Total — Dét. Géo.	724 000	85 000	639 000	754 000	78 000	676 000
Filet — Juan de Fuca	346 000	225 000	121 000	42 000	21 000	21 000
Filet — Dét. Johnstone	135 000	—	110 000[b]	43 000	1 000	41 000[b]
Filet — Washington	331 000	58 000	273 000	48 000	4 000	44 000
Total	1 536 000	368 000	1 143 000	887 000	104 000	732 000

[a]Consulter les appendices A et B pour la source des statistiques concernant le détroit de Géorgie. Les références concernant les prises au filet dans le détroit Juan de Fuca (zone 20) et dans le détroit de Johnstone (zones 12 et 13) proviennent d'un article anonyme (1973-1977). Les chiffres de la prise au filet aux États-Unis proviennent de M. A.D. Anderson, communication personnelle. Le chiffre des prises aux filets maillants et par les Indiens sur le Fraser a été gonflé car on soupçonne qu'une partie des prises n'a pas été signalée dans les données brutes du tableau B1.

[b]À l'exclusion de la prise estimée de coho et de quinnat dans la zone 12, soit la prise totale dans le détroit de Johnstone multipliée par la fraction du total provenant du détroit de Géorgie remontant frayer plus la remonte de la zone 12 (moyenne de 1972-1976).

certains cohos provenant des stocks du détroit de Géorgie grossissent en d'autres eaux et finissent par être plus gros (Argue et Marshall 1976); les cohos des pêches à l'embouchure pèsent généralement de 0,5 à 0,9 kg (1–2 lb) de plus que ceux attrapés en fin de saison dans les eaux à marée.

La prise de cohos provenant du détroit de Géorgie par des pêcheurs canadiens dans le détroit atteignait en moyenne 639 000 poissons ou 88 % de la prise totale. Nous estimons qu'en outre, 231 000 cohos du détroit de Géorgie ont été capturés par des pêcheurs canadiens dans le détroit de Johnstone et dans le détroit Juan de Fuca et que 273 000 autres cohos du détroit de Géorgie ont été capturés au filet par des pêcheurs de l'État de Washington dans le détroit Juan de Fuca et dans la partie sud du détroit de Géorgie, ce qui donne une récolte totale de 1 143 000 cohos du détroit de Géorgie capturés dans les eaux côtières rapprochées. Quarante-deux pour cent de ce total a été capturé par des pêcheurs sportifs ou des pêcheurs à la traîne dans le détroit de Géorgie (fig. 2.8). D'autres cohos provenant du détroit sont capturés au large par des pêcheurs à la traîne (chapitre 3).

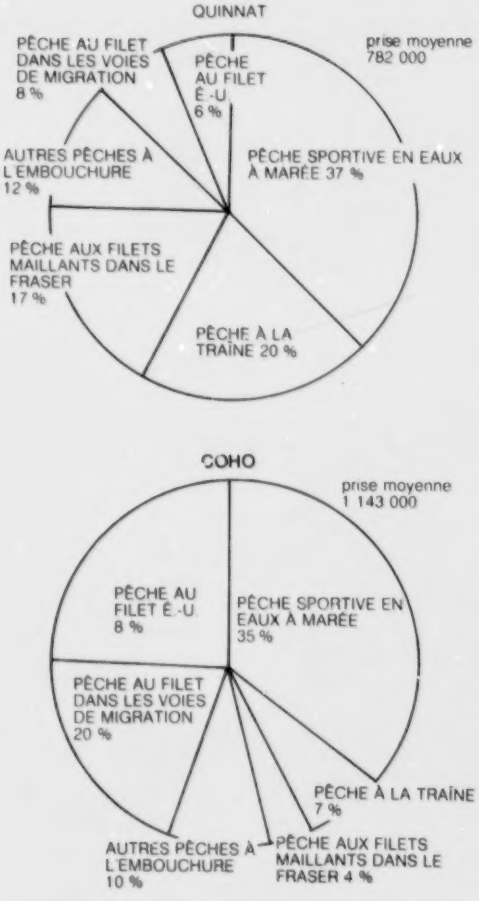


FIG. 2.8 Répartition des prises de quinnat et de coho indigènes du détroit de Géorgie capturés dans les eaux côtières rapprochées du sud de la Colombie-Britannique et du nord de l'État de Washington.

Décisions administratives antérieures

Nous faisons un compte rendu de la gestion antérieure des pêches du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie pour comparer les règlements actuels et les règlements proposés. Ces derniers seront étudiés quand on verra l'effet sur chaque groupe des mesures passées et des mesures proposées. Le compte rendu suivant part de 1950.

PÊCHE SPORTIVE ET COMMERCIALE À LA TRAÎNE

La limite quotidienne pour la pêche sportive en eaux à marée a été réduite plusieurs fois depuis 1950. En 1955, la limite quotidienne de 10 madeleineaux (saumon de < 1,4 kg (3 lb) en poids brut) ou de cinq saumons et de cinq madeleineaux a été réduite à huit madeleineaux ou quatre saumons et quatre madeleineaux. En 1965, la limite a été réduite cette fois à quatre saumons de plus de 12 po par jour. En 1960, la limite quotidienne de possession a été réduite de trois à deux limites de prises quotidiennes par pêcheur à la ligne.

La limite de taille à la pêche sportive avait été fixée à 20 cm (8 po) minimum à la fourche avant 1960, soit essentiellement la même longueur qu'atteignent les poissons au recrutement pour la pêche sportive. En août 1960, cette longueur minimum fut portée à 30,5 cm (12 po) à la fourche.

La pêche sportive en eaux à marée a toujours été permise l'année durant, sauf à l'embouchure de certaines rivières importantes qu'on a dû fermer l'automne pour préserver le quinnat avant la ponte. Depuis le début des années cinquante, la durée des fermetures et le nombre d'embouchures interdites à la pêche du quinnat chaque saison se sont considérablement accrus à cause de l'importante diminution du nombre des reproducteurs à la remonte.

Les articles du règlement de pêche sportive en eau douce concernant la limite quotidienne de prises et de possession et concernant la limite de taille des quinnats et des cohos sont en vigueur depuis 1962. Étant donné la faible remonte, la pêche sportive du quinnat a été interdite pour des durées variables entre février et octobre sur le bras principal du Fraser ainsi que dans toutes les eaux du lac

Harrison et des rivières Lillooet et Birkenhead depuis 1975. C'était la première fois que la pêche sportive du quinnat sur le Fraser était interdite de façon aussi générale.

Il y a eu plusieurs fermetures importantes de pêcheries commerciales à la traîne depuis 1950 (tableau 2.2). Avant 1964, la pêche à la traîne du quinnat était permise presque l'année durant; en 1966, la saison a été ramenée à 5 ½ mo. La saison du coho a été réduite à 3 mo à partir de 1965, de 6 mo qu'elle était avant 1955. Avant 1956, il y avait peu de zones interdites à la pêche à la traîne, par exemple, le port de Comox, l'inlet Saanich, Cowichan Bay et Horseshoe Bay. En 1967, malgré un tollé de protestation (Argue 1970, 1971), la pêche au saumon à la traîne, de même qu'au filet, furent interdites dans l'ensemble de la zone 19 et à l'est de la pointe Sheringham dans la zone 20. L'année suivante, le détroit d'Howe et l'inlet Burrard furent fermés à la pêche au saumon à la traîne et au filet. En 1975, les pêcheurs à la traîne dans la zone 29 n'eurent droit qu'à une journée de pêche par semaine (les journées ouvertes à la pêche au filet) entre le 15 avril et une date voisine de la première semaine de juillet. La région touchée par ces restrictions fut élargie en 1978 aux zones 17 et 18 dans la partie est à partir des îles Gulf du sud. La limite de taille pour la pêche à la traîne (1,4 kg (3 lb) en poids brut, 1,1 kg (2,5 lb) en poids paré) n'a pas changé depuis son introduction en 1950.

TABLEAU 2.2 Variations de la saison de pêche commerciale à la traîne depuis 1950[a].

Années	Espèces	Saison
1951-1964[b]	Quinnat	1er févr.-30 nov.
1965	Quinnat	1er févr.-30 sept.
1966-aujourd'hui	Quinnat	15 avr.-30 sept.
1951-1955	Coho	1er juin-30 nov.
1956-1964[c]	Coho	15 juin-30 nov.
1965-aujourd'hui[d]	Coho	1er juill.-30 sept.

[a]Source : Marshall (1970).

[b]La saison de pêche du quinnat fut prolongée jusqu'en décembre et en janvier par permission spéciale, sauf l'hiver de 1964-1965.

[c]En 1960, la saison de pêche du coho commença le 6 juin en vertu d'une autorisation spéciale.

[d]En 1978, la saison de pêche du coho commença le 15 juin en vertu d'une autorisation spéciale. En 1969, la pêche à la traîne fut interdite les fins de semaine après le 1er juillet.

Pêche commerciale au filet

Nous avons mentionné ailleurs que la pêche actuelle au filet dans le détroit de Géorgie, à l'exception de la pêche dans le Fraser, ne se traduit que par une faible capture de quinnat et de coho. Même avant 1950, la prise annuelle de quinnats dépassait rarement 5 000 poissons et celle de cohos, rarement 10 000. Une partie importante de la prise de quinnats se faisait tard au printemps et au début de l'été avec des filets maillants dans les zones 13-16, où à peu près 50 pêcheurs y pêchaient 4 jours par semaine. Comme la remonte est moins importante depuis quelques années, cette pêche a été passablement réduite; ainsi, les inlets Toba et Bute de même que toute la zone 14, sont maintenant fermés à la pêche aux filets maillants en début de saison.

La période de pêche du quinnat aux filets maillants en début de saison sur le Fraser a été considérablement restreinte depuis 1950. Au début des années 50, les pêcheurs aux filets maillants de la zone 29 pêchaient 4 jours par semaine entre le 1er janvier et le jour que la CIPSP commençait d'exercer sa gestion sur la pêche du saumon rouge (habituellement, au cours de la première semaine de juillet). Vers la fin de la décennie, la date d'ouverture avait été reportée au 15 février. En 1965, elle fut reportée à nouveau au 15 mars sur la rivière même (zones 29B, 29C, 29D, 29E) et au 15 avril dans la zone 29A (devant l'embouchure du fleuve). Le nombre normal de journées de pêche par semaine fut réduit successivement à deux en 1970 et à un en 1975. Cette dernière restriction coïncidait avec la fermeture à la pêche sportive sur le Fraser dont nous avons déjà fait mention et à l'obligation faite aux pêcheurs à la traîne de se soumettre aux règlements de la pêche au filet dans la zone 29. En 1976, l'ouverture de la pêche aux filets maillants sur le fleuve fut retardée jusqu'au 15 avril.

La période de gestion par la CIPSP se prolonge généralement jusqu'à la première semaine d'octobre à cause de la remontée bisannuelle des stocks de saumons roses et de la remontée tardive de certains stocks de saumons rouges, ainsi que celui de Weaver Creek. Depuis 1974, le maillage des filets maillants a souvent été limité à 15 cm au maximum (5 ⅞ po.) pendant cette période de façon à réduire le plus possible la capture de quinnats en période de fraie durant les périodes de pêche du saumon rouge et du saumon rose. En outre, plusieurs endroits du fleuve où on savait que le quinnat se concentrait (p. ex., la zone 29D) ont dernièrement été fermés durant certaines périodes de pêche permises par la CIPSP.

La pêche aux filets maillants sur le Fraser en octobre-novembre a toujours visé la capture du kéta mais il y avait toujours un nombre important de quinnats et de cohos migrant tardivement et capturés involontairement. La plupart se dirigeaient vers les affluents débouchant dans le bas Fraser. Avant l'effondrement des stocks de kéta du Fraser en 1955, la pêche aux filets maillants était permise 2 à 5 jours par semaine de la fin septembre à la

fin novembre (Palmer 1972). Entre 1955 et 1960, cette pêche a été graduellement réduite à seulement 1 ou 2 jours de pêche hebdomadaire pendant 4 ou 5 sem. Cette tendance s'est maintenue au cours des dernières années et les périodes hebdomadaires d'ouverture sont maintenant réduites à 12 h et rarement à plus de 24 h. Pour fournir un dossier complet, mentionnons en passant les pêches d'automne aux filets maillants et à la senne dans les voies migratoires des détroits Juan de Fuca et de Johnstone puisque beaucoup de cohos du détroit de Géorgie empruntent ces trajets au retour des zones de grossissement au large et y sont capturés en septembre et en octobre. Avant 1959, la pêche dans les deux détroits se faisait à raison de 4 jours par semaine en septembre et en octobre (Argue 1970; Palmer 1972). La pêche dans le détroit de Johnstone a graduellement été restreinte pour protéger le kéta et a complètement été interdite en 1965. Depuis 1969, elle a été sporadiquement réouverte pendant une journée ou deux par semaine. Les fonctions de gestion de la CIPSP dans les eaux du détroit Juan de Fuca prennent fin vers la première semaine de septembre. La pêche à la fin automne dans ce détroit n'a pas été interdite au cours des années soixante de façon à protéger le kéta. On a plutôt préféré diminuer progressivement les périodes de pêche hebdomadaire, de 4 jours par semaine jusqu'en 1959 à 2 jours par semaine aujourd'hui. En 1977 et en 1978, il y eût plusieurs fermetures hebdomadaires durant septembre et octobre dans le but évident de protéger les stocks canadiens de cohos qui doivent remonter le Fraser et la Cowichan.

Pêche de subsistance par les Indiens

Il existe peu de documents permettant d'établir la chronologie des mesures de gestion adoptées pour régir la pêche de subsistance par les Indiens. Au cours des dernières années, il y eût une série de graves affrontements entre les Indiens et le gouvernement, les premiers faisant valoir leurs droits d'autochtones sur la pêche de subsistance en eau douce et sans contrôle gouvernemental, le gouvernement faisant valoir que les Indiens doivent posséder des permis individuels ou de bande décrivant le type d'engin de pêche permis et précisant les saisons et les lieux de pêche. Il en résulte que les Indiens ne signalent pas toutes leurs prises et que, par conséquent, la plupart des statistiques concernant la pêche de subsistance ne sont pas fiables.

La pêche par les Indiens a été progressivement limitée au cours des derniers 20 ans. Cependant, des estimations effectuées par des fonctionnaires locaux des pêcheries concernant les prises de quinnat sur les rivières Birkenhead et Chemainus montrent qu'il y a toujours un minimum de prises même quand la remonte chute à un niveau dangereux. Des habitudes de pêche aussi néfastes montrent que la pêche de subsistance par les Indiens n'a pas été réduite autant que, par exemple, la pêche aux filets maillants et la pêche sportive sur le Fraser, de même que la pêche au filet dans le détroit Juan de Fuca. Cette observation se trouve renforcée par le taux général de mortalité, fort alarmant, du saumon rouge pour l'ensemble de la pêche indienne de subsistance (McKay 1977; Peterman 1980).

CHAPITRE 3

Démographie du quinnat et du coho

Le quinnat et le coho descendent d'un nombre considérable de rivières et de cours d'eau secondaires et proviennent d'un ensemble important de piscifactures de la côte du Pacifique. Dans le détroit de Géorgie, le quinnat remonte 75 cours d'eaux; le coho, lui, en remonte plus de 120, principaux et secondaires (Anderson 1976, 1977); en outre, au moins 20 stocks canadiens et américains d'élevage alimentent la pêche dans le détroit de Géorgie. L'origine différente des stocks se manifeste dans les prises de toutes les pêches, ce qui complique le recensement et la gestion des deux espèces. C'est depuis quelques années seulement que les agents des pêches de la côte ouest sont en mesure de quantifier les niveaux de prises et d'exploitation des stocks considérés séparément, grâce à la technique de Bergman-Jefferts de marquage par fils codés (MFC) (Jefferts *et al.* 1963; Jewel et Hager 1972; Armstrong et Argue 1977).

La présente section porte sur l'exploitation des stocks de quinnat et de coho provenant de la périphérie du détroit de Géorgie; nous nous attachons entre autres à examiner comment l'ensemencement obscurcit les données d'exploitation. Nous n'avons pas d'évaluation précise à offrir puisque certaines des données MFC dont nous faisons usage sont de caractère préliminaire ou encore ne portent que sur certains stocks de certaines années. En outre, les vieilles données sur la remonte et certaines statistiques de prises à l'embouchure ne sauraient constituer les meilleurs indices de l'intensité de la remonte; en outre, il se peut que les prises sportives soient considérablement sous-estimées. Ainsi, nous avons choisi de présenter d'abord une série chronologique simple des prises à certains types de pêcheries dans le détroit de Géorgie et de la remonte dont les valeurs de référence des données sont les plus régulières (voir le tableau B.1 pour les données primaires). Nous montrerons ensuite comment est présentement répartie la prise parmi certains stocks du détroit de Géorgie dans toutes les pêcheries exploitant ces stocks et puis nous présenterons des niveaux actuels de mise en valeur des pêcheries du détroit. Nous terminerons en montrant l'importance de protéger les stocks de quinnats et de cohos dans la région étudiée.

Prises et remontes

QUINNAT

Les prises à la pêche sportive en eaux à marée ont été multipliées par quatre depuis le milieu des années soixante (fig. 3.1, partie inférieure; tableau 3.1), bien que l'on puisse se demander si les prises antérieures étaient vraiment aussi faibles que le laisse supposer le graphique. Nous avons peu de renseignements concernant l'évolution de la pêche sportive avant le début des années soixante. Dans les anciens rapports statistiques (Anon. 1963-1977), on estime que l'effort annuel de pêche sportive dans le détroit de Géorgie devait se chiffrer à environ 230 000 bateaux-jours entre 1962 et 1966. À cette époque les pêcheurs sportifs capturaient un peu plus d'un saumon par bateau-jour. Apparemment, le taux n'aurait pas tellement varié (Argue *et al.* 1977a). Argue *et al.* estiment que l'effort annuel actuel de pêche sportive est trois fois supérieur (697 000 bateaux-jours à ce qu'il était en 1960.

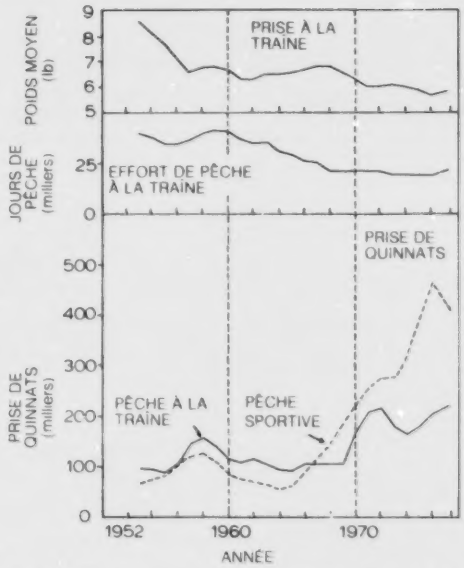


FIG. 3.1 Poids moyen paré du quinnat attrapé à la traîne, effort de pêche à la traîne, prises à la pêche sportive et à la traîne de quinnats (nombre de poissons) de 1953 à 1977. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois), données tirées du tableau B.1.

Il se fait beaucoup plus de pêche sportive du quinnat dans la partie sud du détroit de Géorgie particulièrement durant les mois d'hiver. Bien que les statistiques sur l'effort de pêche sportive de 1977 et 1978 n'aient pas été publiées, les chroniqueurs sportifs et certains fonctionnaires des pêcheries sont d'avis que la pêche hivernale gagne en popularité. Il se peut même que 10 % de l'effort annuel de

TABLEAU 3.1 Prise annuelle de quinnats et remonte (val. de réf.) pour le détroit de Géorgie.

	Prise moyenne				
	À la traîne détroit de Géorgie	Pêche sportive détroit de Géorgie	Filets maillants[a] Fraser	Total	Remonte moyenne
1952–56	92 000 (28 %)	80 000 (25 %)	150 000 (47 %)	322 000	97 000[b]
1957–61	136 000 (35 %)	105 000 (28 %)	132 000 (35 %)	373 000	93 000
1962–66	100 000 (35 %)	67 000 (24 %)	114 000 (41 %)	281 000	92 000
1967–71	144 000 (33 %)	184 000 (42 %)	112 000 (25 %)	440 000	97 000
1972–76	183 000 (29 %)	343 000 (55 %)	97 000 (16 %)	623 000	93 000

[a]Les chiffres ne sont pas corrigés pour tenir compte des captures non signalées; voir à l'appendice.
[b]Nous avons supposé que la remonte de 1952–1956 du fleuve Fraser était la même que la moyenne de 1957–1961.

TABLEAU 3.2 Nombre de quinnats capturés et effort de pêche à la traîne (jours pêchés) pour la pêche en début de saison dans le détroit de Géorgie.

	Prise moyenne jusqu'à la fin de mai	Pourcentage de la prise annuelle	Effort moyen de pêche jusqu'à la fin de mai	Pourcentage de l'effort annuel de pêche	Rapport prise/effort de pêche en début de saison
1952–56	19 600	21	5 600	19	3,5
1957–61	45 600	34	7 000	21	6,6
1962–66	27 100	27	5 100	20	5,3
1967–71	73 400	51	6 100	29	12,1
1972–76	102 700	56	6 600	35	15,6

pêche ait lieu durant les mois d'hiver, par rapport à 3 % dans les années soixante.

La prise annuelle à la traîne a aussi progressé (fig. 3.1, partie inférieure; tableau 3.1). Elle l'a fait malgré une chute de 40 % de l'effort de pêche (fig. 3.1, milieu). La prise par journée de pêche à la traîne a triplé depuis les années cinquante. La pêche à la traîne est maintenant concentrée tôt en saison (tableau 3.2) quand les quinnats de 3 ans sont les plus abondants. Le rapport de la prise sur l'effort en début de saison est maintenant quatre fois supérieur à ce qu'il était au début des années cinquante.

Le poids moyen des quinnats capturés à la traîne est tombé initialement de 4,1 kg (9 lb) à un peu moins de 3,2 kg (7 lb) par suite de l'exploitation intensifiée à la traîne et par la pêche sportive dans les années cinquante (fig. 3.1, partie supérieure). La taille des quinnats s'est alors stabilisée autour de 3 kg (6,5 lb) au cours des années soixante. Entre 1967 et 1971, alors que l'effort de pêche à la traîne fut concentré en début de saison et que l'exploitation par la pêche sportive et par la pêche à la traîne fut de nouveau accrue, le poids moyen tomba d'à peu près 0,2 kg (0,5 lb) à 2,7 kg (6 lb). La composition par groupe d'âge des prises depuis les années cinquante (Argue *et al.* 1977b) montre un glissement d'une prédominance de saumons plus âgés dans les années cinquante à une prédominance de sujets de 2 et de 3 ans dans les prises plus récentes, soit une conséquence naturelle de l'exploitation intensifiée.

La prise totale de quinnats avec les trois principaux types d'engins, soit les lignes à la traîne, les engins de pêche sportive et les filets maillants sur le Fraser, est passée de 322 000 poissons au début des années cinquante à 623 000 au cours des 5 dernières années (tableau 3.1). Les pêcheurs à la traîne récoltent encore près de 30 % de ce total. La prise aux filets maillants sur le Fraser est tombée de 150 000 à tout près de 100 000. Cette chute est évidemment plus prononcée quand on exclut la prise des sujets qui remontent la rivière Harrison en abondance l'automne (fig. 3.2, partie supérieure). Fraser *et al.* (1979) ont remarqué que le rendement accru de la pêche aux filets maillants était suivi par l'imposition de mesures de plus en plus sévères par le ministère des Pêches et des Océans de façon à favoriser la remonte (fig. 3.2).

À mesure que la part des prises aux filets maillants passait de tout près de 50 % dans les années cinquante à 18 % maintenant, les prises sportives passaient d'un quart à la moitié du total par suite du perfectionnement des techniques de pêche (Argue *et al.* 1977a), du temps de loisir et du revenu net accrus.

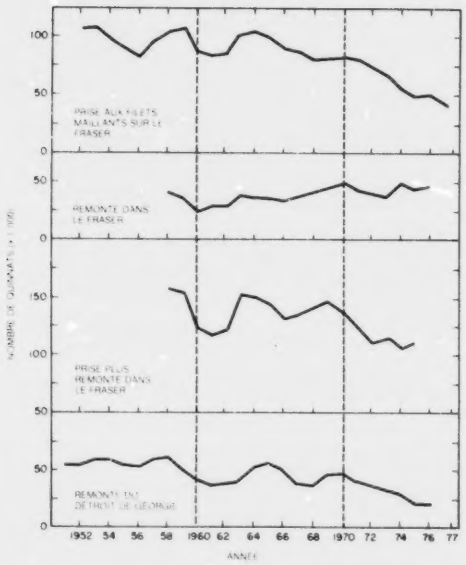


FIG. 3.2 Nombre de quinnats capturés aux filets maillants sur le Fraser, remonte dans le Fraser, prise plus remonte dans le Fraser et remonte dans les autres cours d'eau se déversant dans le détroit de Géorgie. La prise et la remonte combinées dans le Fraser excluent le quinnat de la rivière Harrison. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois), données tirées du tableau B.1.

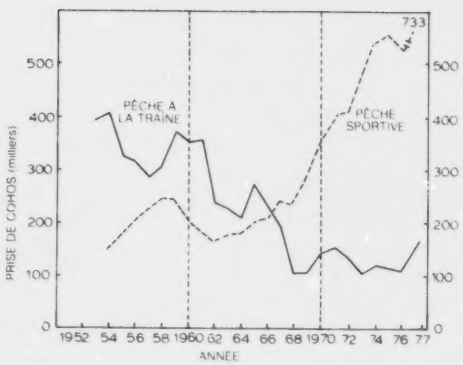


FIG. 3.3 Nombre de cohos capturés à la traîne et à la pêche sportive dans le détroit de Géorgie. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois) et les données proviennent du tableau B.1.

L'amenuisement de la remonte totale du quinnat (les prises plus les reproducteurs qui ont réussi à frayer) dans le Fraser n'a surpris personne (fig. 3.2) quand on voyait quelle était l'augmentation des prises en eaux à marée. (Sauf l'importante remonte dans la rivière Harrison qui, à notre étonnement, n'a pas diminué en abondance d'après les prises et dans les frayères). En outre, la remonte des quinnats dans les autres cours d'eau débouchant dans le détroit est considérablement moins abondante de nos jours (près de 50 % de moins que le niveau des années 1950). Ainsi, il y a moins de 1 000 quinnats remontant les principaux réseaux hydrographiques tels celui de la Kakweiken et celui de la Toba dans la partie nord du détroit de Géorgie (de Hrussoczy-Wirth *et al.* 1977; Wilson *et al.* 1978) et les réseaux de la Nanaïmo et de la Chemainus sur la côte sud-est de l'île Vancouver (Marshall *et al.* 1976a).

Quand on compte la remonte de la rivière Harrison, on voit que la remonte totale indexée est restée stable, à environ 95 000 quinnats (tableau 3.1). Cependant, ce chiffre masque l'appauvrissement de beaucoup d'autres stocks de quinnats dans le détroit. L'appauvrissement réel est masqué de plus par le fait que les fonctionnaires des pêcheries font un dénombrement beaucoup plus rigoureux des reproducteurs depuis quelques années (Fraser *et al.* 1979).

COHO

Au début des années cinquante, il y avait deux fois plus de cohos récoltés à la traîne qu'à la pêche sportive ou aux filets maillants (fig. 3.3; tableau 3.3). Cependant, les saisons de pêche raccourcies de 2 sem en 1955 et d'encore 2 sem en 1965, en plus de l'efficacité accrue de la pêche sportive, ont porté les prises à la traîne à leur niveau actuel de 16 %. Le total des jours de pêche à la traîne durant la saison du coho est tombé de 23 400 entre 1952 et 1956 à 9 200 entre 1972 et 1976 (tableau 3.4). La pêche à la traîne dut être concentrée davantage sur le quinnat vers la fin des années soixante puisque le dernier report de l'ouverture de la saison de pêche du coho (au 1er juillet) risquait de faire subir des pertes financières aux propriétaires des gros bateaux de pêche à la traîne qui manqueraient l'ouverture (le 15 juin) de la pêche au large en restant dans le détroit pour capturer beaucoup moins de cohos qu'au large. De plus, le 1er juillet, la pêche sportive bat son plein dans beaucoup de secteurs jadis exploités par les pêcheurs à la traîne en début de saison; par conséquent, il y a une rude concurrence pour s'approprier les meilleurs secteurs (Argue et Pitre 1972).

L'événement le plus marquant dans le détroit fut l'augmentation spectaculaire de la prise de cohos par les pêcheurs sportifs en eaux à marée (fig. 3.3). La préférence du coho pour les eaux de surface durant les mois d'été transforme celui-ci en une proie vulnérable et souvent bien visible, ce

TABLEAU 3.3 Prise annuelle de cohos et remonte (val. de réf.) pour le détroit de Géorgie.

	Prise moyenne				
	À la traîne détroit de Géorgie	Pêche sportive détroit de Géorgie	Filets maillants Fraser	Total	Remonte moyenne
1952–56	368 000 (59 %)	157 000 (25 %)	97 000 (16%)	622 000	227 000
1957–61	342 000 (55 %)	223 000 (36 %)	55 000 (9 %)	620 000	172 000
1962–66	241 000 (48 %)	194 000 (39 %)	63 000 (13 %)	498 000	230 000
1967–71	141 000 (24 %)	390 000 (66 %)	62 000 (11 %)	593 000	158 000
1972–76	98 000 (16 %)	470 000 (77 %)	44 000 (7 %)	612 000	160 000

TABLEAU 3.4 Effort de pêche à la traîne (jours de pêche) et prise de cohos par unité d'effort en saison dans le détroit de Géorgie.

	Effort de pêche à la traîne	Pourcentage de l'effort annuel	Rapport prise/effort, coho
1952–56	23 400	80	15,7
1957–61	22 200	68	15,4
1962–66	17 800	70	13,6
1967–71	11 100	54	12,7
1972–76	9 200	49	10,7

qui accroît de beaucoup la détection et la capture. On a qu'à penser à l'envahissement ces dernières années des moyens comme la bande SRG, les sondeurs à écho pour les bancs de poissons, les appâts vivants et congelés et les «downriggers» pour se rendre compte que le rendement de la pêche sportive s'est considérablement accru. Les meilleurs moyens de pêche et les délais réduits de détection, avec à peine une augmentation de l'effort total de pêche, suffiraient à expliquer la capture considérablement accrue à la pêche sportive. En outre, les pêcheurs sportifs atteignent maintenant des pêcheries au large auparavant inaccessibles (A.D. Anderson, Pêches et Océans Canada, Nanaïmo, (C.-B.) données inédites de survol) et ils parviennent maintenant avec leurs engins de pêche en profondeur à placer les leurres beaucoup plus près de la profondeur idéale du coho (Argue 1970). Ainsi, plusieurs pêcheries privilégiées sont devenues le domaine exclusif des pêcheurs sportifs, qui sont les plus nombreux. Il s'est produit sensiblement la même chose dans les pêcheries du quinnat. L'atteinte de nouvelles profondeurs de pêche a amélioré la récolte parce que ce dernier est le plus abondant sous 27 m (88 pi) et que peu de pêcheurs sportifs parvenaient à le chercher à ce niveau avant 1970 (Argue 1970).

Au cours des cinq dernières années, les pêcheurs aux filets maillants du Fraser ont vu leurs prises de cohos et leur part des prises totales diminuer considérablement (de 16 à 7 %) (tableau 3.3).

Le retour total (prise plus remonte) du Fraser a beaucoup varié depuis 1952 (fig. 3.4), mais au bilan, lui aussi a diminué, notamment dans le cas des stocks d'amont. Par comparaison, la remonte dans les autres rivières débouchant dans le détroit serait restée très stable. Par contre, les fonctionnaires ont tenté de faire un dénombrement beaucoup plus serré depuis quelques années et il se peut très bien que la remonte actuelle du coho soit en réalité beaucoup plus faible qu'elle ne l'était il y a 10 ans.

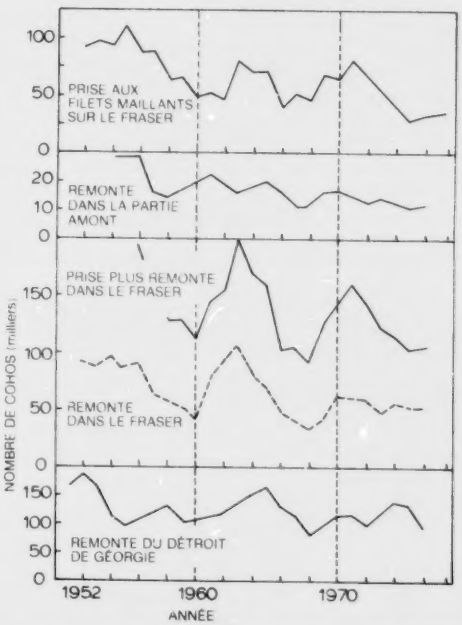


FIG. 3.4 Nombre de cohos capturés aux filets maillants sur le Fraser, remonte dans le Fraser et remonte provenant du détroit de Géorgie. Les valeurs sont arrondies (moyenne mobile par trois) et les données sont extraites du tableau 3.1.

Prises par secteur de certains stocks sur tout le littoral

Nous analysons dans cette section les statistiques concernant la prise de poissons marqués avec un fil portant des informations chiffrées; les statistiques ont été compilées par le personnel du Programme canadien de récupération des fils codés (Heizer et Argue 1976; Heizer et Beukema 1977; Heizer *et al.* 1977; Cook et Heizer 1978) et par le personnel de l'United States Mark Recovery Program (Regional Mark Processing Center for Pacific Coast States 1975, 1976, 1977a, b). Pour simplifier, nous allons limiter nos analyses à certains stocks représentatifs de cohos et de quinnats du détroit de Géorgie. Nos efforts portent donc sur la capture de poissons marqués dans sept secteurs côtiers répartis entre l'Alaska et l'Orégon et sur la récolte de trois stocks sauvages de cohos (des rivières Cowichan, Vedder–Chilliwack et Squamish), de trois stocks de cohos d'élevage (de Capilano, de Big Qualicum et de Quinsam) et de quatre stocks de quinnats d'élevage (le quinnat d'été de Puntledge, le quinnat d'automne de Puntledge, le quinnat d'automne de Big Qualicum et le quinnat d'automne de Capilano). Les prises de quinnats et de cohos élevés à la piscifacture de Robertson Creek sont aussi considérées pour fins de comparaison. Le choix de ces stocks marqués donne une bonne idée de la diversité des stocks et de leur distribution dans le détroit de Géorgie, sinon que les stocks du Fraser sont sous-représentés (par le coho seulement). La piscifacture de Robertson Creek est située sur la rivière Somass dans l'inlet Alberni, sur la rive sud-ouest de l'île Vancouver.

L'estimation suivante des prises porte sur les quinnats de 5 a (1971–1975) et sur les cohos de 4 a (1971–1974). Nous avons étudié les premières données disponibles pour estimer les prises dans toutes les pêches en 1977 et dans les pêches de l'Alaska en 1976 (S.R. Heizer, Ministère des Pêches et des Océans, 60, rue Front, Nanaïmo (C.-B.), données inédites). Nous n'avions pas des données sur les prises dans les pêcheries canadiennes en 1973 (sauf celles du détroit de Géorgie) ni sur aucune des pêcheries en 1978. Bref, nous ne connaissons pas les prises totales de quinnats marqués, âgés de 2 ans et nés en 1971, des quinnats âgés de 5 ans et nés en 1973, des quinnats de 4 ans et plus nés en 1974 et ainsi de suite pour 1975 et 1976. Nous ne comptons pas non plus les prises de cohos de 2 ans puisque cette classe d'âge ne comptait que pour moins de 5 % de la prise totale des cohos. Nous supposons que les poissons marqués et non marqués de chaque stock ont les mêmes habitudes migratoires, le même taux de survie, la même vitesse de maturation et la même vulnérabilité à l'équipement de pêche. Les tableaux B.2–B.10 contiennent les données primaires.

Quinnat

Sur la foi des prises de poissons provenant des piscifactures de Puntledge, de Big Qualicum et de Capilano, on estime que les trois-quarts des quinnats du détroit de Géorgie furent attrapés dans le détroit même (fig. 3.5) et que plus de la moitié fut capturée par des pêcheurs sportifs en eaux à marée. Les trois stocks sont des stocks d'élevage et il est loin d'être certain que les stocks sauvages se comportent de la même façon. Seulement 3 % des poissons furent capturés par des pêcheurs américains, moitié dans les pêcheries de l'Alaska, moitié dans les pêcheries du nord de l'État de Washington. Les pêcheries nord et centre de la Colombie-Britannique comptent pour 12 % de la prise totale, celles du détroit de Johnstone, pour près de 6 % (1 % dans le détroit Juan de Fuca). La répartition des prises témoigne d'une migration vers le nord quand le saumon quitte la rivière.

Considérés individuellement, les stocks ont une répartition différente. Un peu plus de la moitié des quinnats d'automne de la rivière Puntledge fut récoltée dans le détroit (fig. 3.6). Par comparaison, les pêcheries du détroit comptent pour près de 84 % des quinnats d'été de la rivière Puntledge et pour 66–74 % des quinnats des stocks Qualicum et Capilano. Moins de 1 % des deux derniers stocks fut récolté en Alaska, par rapport à 8 % du quinnat d'automne de la rivière Puntledge. On s'y attendait, la répartition des prises du quinnat de Robertson Creek était tout à fait différente de celle des stocks du détroit. La plupart des sujets de Robertson Creek (33 %) étaient récoltés dans les pêche-

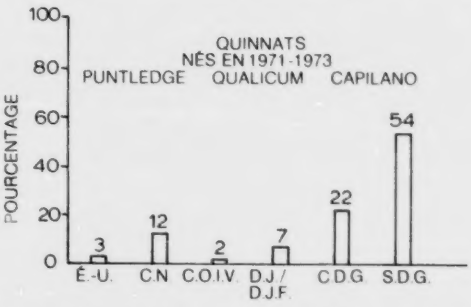


FIG. 3.5 Distribution des prises combinées de trois stocks de quinnats du détroit de Géorgie. É.-U. = États-Unis, C.N. = côte nord et centre C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale du détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive du détroit de Géorgie.

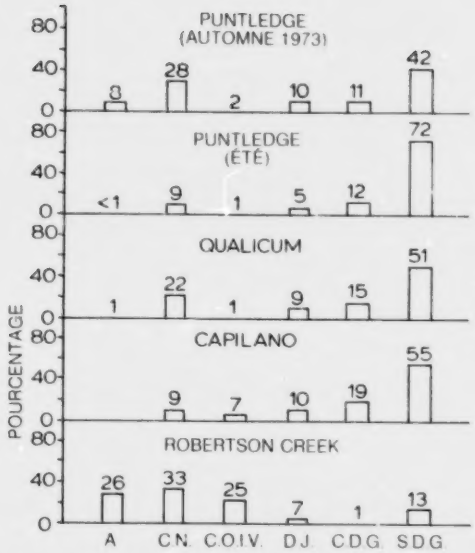


FIG. 3.6 Distribution des prises combinées de trois stocks de quinnats du détroit de Géorgie. A = Alaska, C.N. = côte nord et centre C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale du détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive du détroit de Géorgie.

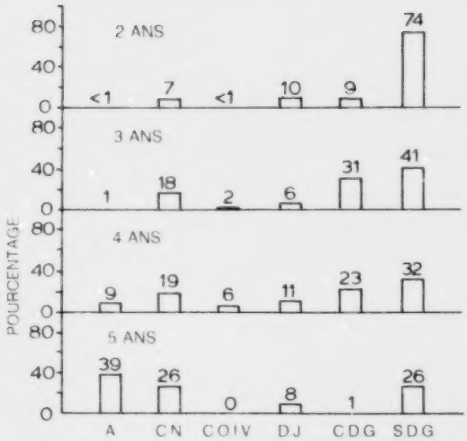


FIG. 3.7 Lieux de capture selon la classe d'âge des quinnats du détroit de Géorgie. Sujets nés en 1971–1973 dans les piscifactures de Puntledge, Qualicum et Capilano. Deux ans (46 %), 3 ans (41 %), 4 ans (12 %), 5 ans (1 %). A = Alaska, C.N. = côte nord et centre C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île de Vancouver, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale du détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive du détroit de Géorgie.

ries commerciales centre et nord de la Colombie-Britannique, 14 % dans les pêcheries du détroit, 16 % dans les pêcheries de l'Alaska et 25 %, au large de la côte ouest de l'île Vancouver.

Ce sont les pêcheurs sportifs qui ont recueilli la plus grande part (70 %) dans le détroit. À l'inverse, hors du détroit, beaucoup de pêcheurs à la traîne et au filet se disputaient le quinnat du détroit. La pêche au filet dans le détroit de Johnstone permit la capture d'un quart à un tiers du total des prises à l'extérieur (tableau 3.5). La flotte très mobile des pêcheurs à la traîne de la partie nord et de la partie centrale de la côte captura entre 40 et 57 % de la prise extérieure; les diverses pêches au filet entre la partie nord de l'île Vancouver et l'entrée Dixon livrèrent entre 13 et 32 % de la prise. Le quinnat de Robertson Creek, par comparaison, fut le plus exploité par les pêches à la traîne entre le sud-ouest de l'île Vancouver et l'Alaska (83 % de la prise). La pêche sportive et au filet en de très nombreux emplacements ne compte que pour 17 % de la prise des sujets de Robertson Creek.

La plupart des stocks du détroit ont été récoltés à 2 ans (46 %) et à 3 ans (41 %). La figure 3.7 montre la distribution de la prise par classe d'âge. Plus les groupes sont âgés, plus la prise est faite au nord. Ainsi, les pêches de l'Alaska et du nord de la Colombie-Britannique comptent pour plus de la moitié du quinnat de 5 ans (65 %) et les pêches du détroit, pour les quatre cinquième (83 %) du quinnat de 2 ans. À noter que seulement 1 % du quinnat du détroit a été récolté à 5 ans.

COHO

Les pêcheurs du détroit de Géorgie ont récolté juste un peu plus que la moitié de la prise de quatre stocks de référence, soient les cohos sauvages des rivières Squamish et Cowichan et les cohos d'éle-

TABLEAU 3.5 Distribution de la prise du quinnat à l'extérieur du détroit de Géorgie, moyenne des prises des sujets nés en 1971–1973.

Stocks	À la traîne à l'extérieur[a]	Au filet, détroit de Johnstone	Au filet, autres pêches
Puntledge[b]	57 %	27 %	16 %
Big Qualicum	53 %	34 %	13 %
Capilano	40 %	28 %	32 %
Robertson Creek[b]	83 %	0 %	17 %

[a]Notamment les prises dans l'État de Washington, de la Colombie-Britannique et de l'Alaska.
[b]Sujets nés en 1972 et en 1973.

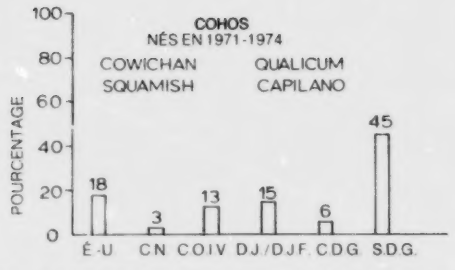


FIG. 3.8 Distribution des prises combinées de quatre stocks de cohos du détroit de Géorgie. É.-U. = États-Unis, C.N. = côte nord et centre C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, D.J./D.J.F. = détroit de Johnstone, détroit Juan de Fuca, C.D.G. = pêche commerciale du détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive du détroit de Géorgie.

vage des rivières Qualicum et Capilano (45 % à la pêche sportive) (fig. 3.8). Les pêcheurs au filet et à la traîne et les pêcheurs sportifs de l'État de Washington en ont capturé une part importante (18 %) et furent suivis des pêcheurs dans les voies de migration des détroits Juan de Fuca et de Johnstone (15 %) et des pêcheurs à la traîne de la côte ouest de l'île Vancouver (13 %). Les pêcheurs des secteurs nord et centre de la côte de la Colombie-Britannique n'ont capturé que 3 % de la récolte moyenne de ces quatre stocks de référence.

La distribution des prises de coho est beaucoup plus variée d'un stock à l'autre qu'elle ne l'est celle des prises du quinnat. La figure 3.9 donne la distribution des prises de sept stocks de cohos nés en 1973. Nous avons ajouté à cette valeur les cohos de la piscifacture de Robertson Creek pour comparer les stocks de la côte ouest de l'île Vancouver aux stocks du détroit de Géorgie. Les pêcheurs de l'État de Washington ont récolté plus de 50 % du coho de la Cowichan. Les pêches à la traîne de la côte ouest suivaient avec 30 % de la prise. Les pêches du détroit ne comptent que pour 7 % de la prise totale du coho de la Cowichan. Nous supposons que la plupart des cohos de la Cowichan empruntent le détroit Juan de Fuca lors de leur migration vers les zones d'élevage au large et au retour; c'est pourquoi ils sont parfaitement accessibles aux pêcheurs américains et moins aux pêcheurs du détroit de Géorgie. Les prises de cohos du Fraser et de la rivière Squamish sont également réparties entre les pêcheries. Environ 35 % de la récolte totale a été effectuée dans le détroit et autant dans les pêcheries de l'État de Washington. Ce sont les pêcheurs du détroit qui ont tiré le meilleur profit des cohos d'élevage de Capilano, de Qualicum et de Quinsam (juste un peu moins de 50 %). Les pêches côtières des secteurs nord et centre ont livré

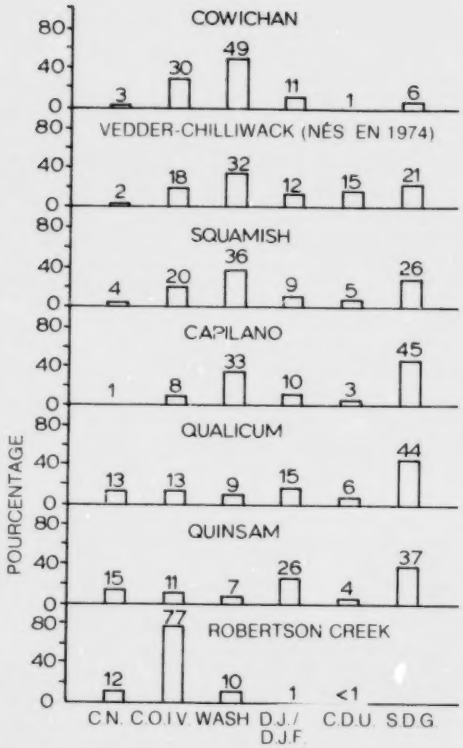


FIG. 3.9 Distribution des prises comparées entre six stocks de cohos du détroit de Géorgie et d'un stock de cohos provenant de la côte ouest de l'île Vancouver. C.N. = centre et nord de la C.-B., C.O.I.V. = côte ouest de l'île Vancouver, y compris une pêche canadienne peu importante au large de l'État de Washington, WASH = État de Washington, D.J./D.J.F. = détroit Juan de Fuca, détroit de Johnstone, C.D.G. = pêche commerciale, détroit de Géorgie, S.D.G. = pêche sportive, détroit de Géorgie.

une proportion importante de la récolte du coho de Qualicum et de Quinsam (14 %), mais moins de 5 % du coho de la Cowichan, de la Vedder-Chilliwack, de la Squamish et de la Capilano. Comme il fallait s'y attendre, la plupart des cohos de Robertson Creek (77 %) ont été récoltés au large de la côte ouest de l'île Vancouver et principalement par des pêcheurs à la traîne; moins de 1 % de la récolte provient des pêches du détroit.

Les pêcheurs dans la voie de migration du détroit de Johnstone ont le plus profité du passage des cohos provenant de la partie nord du détroit de Géorgie (tableau 3.6) tandis que ce sont les pêcheurs dans la voie de migration du détroit Juan de Fuca qui ont tiré le meilleur profit du passage des cohos provenant de la partie sud du détroit de Géorgie. Fait surprenant, les stocks sauvages de

TABLEAU 3.6 Répartition de la prise du coho né en 1973 entre les pêcheries sur les voies de migration.

Stock	Détroit de Johnstone (%)	Détroit Juan de Fuca (%)
Quinsam	90	10
Qualicum	84	16
Squamish	31	69
Capilano	13	87
Vedder	44	56
Cowichan	13	87

cohos de la Squamish et de la Vedder–Chilliwack ont été également capturés par les deux pêcheries limitrophes. Ceci est peut-être dû à la période prolongée de remise en liberté des sujets sauvages et marqués (1 ½ mo à comparer à quelques jours dans le cas des stocks d'élevage), ce qui permet aux juvéniles de se disperser davantage et entraîne une distribution nord–sud plus étalée des adultes.

Rapports prise/remonte

Les rapports de la prise à la remonte donnent une certaine idée du degré d'exploitation. Il serait inutile pour le moment de procéder à des analyses très fines puisque les données recueillies grâce au Programme de marquage ont encore un caractère préliminaire, tout particulièrement en ce qui concerne la remonte.

Les données sur la remonte du quinnat d'élevage né en 1971 et en 1972 sont présentées dans le tableau 3.7. Les rapports totaux de la prise à la remonte (P/R) ont varié de 11:1 dans le cas du quinnat de la Capilano né en 1971 à 4,4:1 dans le cas du quinnat de la Qualicum né en 1971. Le rapport moyen P/R de 6,4:1 s'approche du rapport 6:1 trouvé pour le quinnat né en 1961 dans 12 piscifactures étudiées sur le fleuve Columbia (Worlund *et al.* 1969).

Nos rapports P/R devraient en réalité être un peu augmentés puisque les estimations concernant la remonte englobaient un certain nombre de poissons à nageoire adipeuse coupée qui avaient perdu le fil ou portaient un fil illisible (près de 16 % n'avaient pas de fil). Nos estimations de la prise n'englobent pas ces sujets-là. Le rapport moyen P/R devrait donc être de 7,6:1. En outre, les prises des pêches à l'embouchure n'ont pas été comptées. En supposant que les deux tiers de la remonte sont capturés à ce niveau-là, le rapport P/R passe à 25:1 dans le cas des stocks exploités par une pêche à l'embouchure.

Le rapport P/R des quinnats de 4 ou 5 ans devrait se rapprocher assez du taux réel d'exploitation annuel parce qu'il y a peu de mortalité chez

TABLEAU 3.7 Prise et remonte de quinnats marqués provenant de certains stocks du détroit de Géorgie marqués par des fils codés[a].

Année de naissance des stocks		Années en mer 2	3	4	5	Total	Total prise/remonte	4 et 5 ans prise/remonte
Big Qualicum 1971	Prise	1 096	1 547	332	12	2 987	4,4	0,9
	Remonte	168	143	365	10	686		
Big Qualicum 1972	Prise	355	282	79	7	723	5,5	1,5
	Remonte	21	51	53	6	131		
Capilano 1971	Prise	332	276	105	10	723	11,1	12,8
	Remonte	36	20	9	0	65		
Capilano 1972	Prise	904	639	147	99	1 789	5,4	2,7
	Remonte	179	61	91	1	332		
Puntledge 1972	Prise	504	292	54	4	854	5,6	0,7
	Remonte	3	68	83	0	154		
Total	Prise	3 191 (45 %)	3 036 (43 %)	717 (10 %)	132 (2 %)	7 076	6,4 en moyenne	3,7 en moyenne
	Remonte	407 (30 %)	343 (25 %)	601 (44 %)	17 (1 %)	1 367		

[a]Données sur la remonte : données obtenues à partir d'une analyse préliminaire des sujets d'élevage marqués et dont la tête a été retournée; analyse de Ted Perry et Colin MacKinnon, Ministère des Pêches et des Océans, 1090, rue West Pender, Vancouver (C.-B.), communication personnelle. À noter que les estimations comprennent les sujets à nageoire adipeuse coupée et qui ne portaient plus les fils ou dont l'information sur les fils était devenue illisible.

TABLEAU 3.8 Prise et remonte de certains stocks de cohos du détroit de Géorgie marqués avec un fil[a].

Année de naissance des stocks		Années en mer 2	Années en mer 3	Total	Total prise/remonte	3 ans prise/remonte
Big Qualicum 1971	Prise	149	5 870	6 019	2,4	2,9
	Remonte	476	2 036	2 512		
Big Qualicum 1972	Prise	94	7 961	8 055	1,3	1,5
	Remonte	679	5 345	6 024		
Big Qualicum 1973	Prise	686	13 059	13 754	2,8	6,9
	Remonte	3 000[b]	1 905	4 905		
Big Qualicum 1974	Prise	416	8 130	8 546	1,9	2,4
	Remonte	1 085	3 328	4 413		
Capilano 1971	Prise	514	13 135	13 649	1,0	1,0
	Remonte	854	12 990	13 844		
Capilano 1972	Prise	27	575	602	1,0	1,0
	Remonte	5	602	607		
Capilano 1973	Prise	13	2 408	2 421	0,7	0,7
	Remonte	45	3 310	3 355		
Quinsam 1974	Prise	212	2 726	2 938	1,4	3,3
	Remonte	1 332	816[c]	2 148		
Total	Prise	2 111 (4 %)	53 864 (96 %)	55 975	1,6 en moyenne	2,5 en moyenne
	Remonte	7 476 (20 %)	30 332 (80 %)	37 808		

[a]Données sur la remonte : données obtenues à partir d'une analyse préliminaire des sujets d'élevage marqués et dont la tête a été retournée; analyse de Ted Perry et Colin MacKinnon, Ministère des Pêches et des Océans, 1090, rue West Pender, Vancouver (C.-B.), communication personnelle.

[b]Y compris un nombre estimé à 210 cohos qui auraient passé la barrière de dénombrement tandis que celle-ci était levée.

[c]Chiffres approximatifs.

les sujets de cet âge. Donc, en tenant compte des corrections précédentes, la valeur moyenne de 3,7:1 passe à 15:1 dans le cas des stocks exploités par la pêche à l'embouchure et à 4,4:1 dans le cas des autres. En supposant qu'il n'y ait pas de mortalité naturelle des sujets à leurs 2 dernières années en mer, les taux d'exploitation s'établissent à 94 et à 82 %, respectivement.

Le tableau 3.8 regroupe les données des prises et des remontes du coho d'élevage né de 1971 à 1974. Les rapports P/R totaux varient entre 1:1 ou moins pour le coho de Capilano à 2,8:1 pour celui de Big Qualicum. Étant donné que la plupart des cohos sont récoltés à 3 ans, le rapport P/R de cette classe d'âge devrait donc correspondre étroitement au niveau d'exploitation. Là encore, le coho de la Capilano était le moins exploité et les rapports P/R étaient de l'ordre de 1:1. À l'inverse, les rapports P/R des cohos de Big Qualicum et de Quinsam sont élevés. La migration du coho de la Capilano est hâtive et passe par un maximum à la fin août. Puisque ces cohos quittent les lieux de pêche 1 à 2 mo plus tôt que la plupart des autres stocks du détroit, ils devraient logiquement être beaucoup moins exploités.

Le rapport P/R moyen des cohos de 3 ans a été corrigé comme celui du quinnat. Dans le cas des stocks non exploités dans une pêche à l'embouchure, le rapport P/R s'établit à 3,0:1; il passe à 4,1:1 quand on ne tient pas compte du stock atypique de Capilano. Ce dernier rapport se situe à l'intérieur de la plage de 3,5:1 à 5,3:1 signalée par Senn (1970) dans le cas des cohos nés en 1965 et en 1966 dans les piscifactures du détroit de Puget, et il est près des rapports de 4,5:1 et de 6,4:1 trouvés pour le coho né en 1965 et en 1966 dans 18 à 20 piscifactures du fleuve Columbia (Lander et Henry 1973). Les auteurs ont estimé que le niveau d'exploitation par la pêche en mer seulement se chiffrait à 68–70 % au cours des derniers 4 ½ mo de vie en mer du coho. En apportant à notre rapport moyen P/R de 4,1:1 une correction correspondant à la récolte d'un tiers de la remonte dans les pêches à l'embouchure, le rapport s'établit à

6,6:1 pour le coho à sa dernière année en mer. Donc, en supposant qu'il n'y a pas de mortalité naturelle, le taux d'exploitation des cohos serait de 87 % quand il y a une récolte à l'embouchure et de 80 % quand il n'y en a pas.

Effet de la mise en valeur sur les prises dans le détroit de Géorgie

Certains seraient tentés de faire valoir qu'il est imprudent d'employer des données préliminaires pour quantifier l'apport des piscifactures aux pêches sportives et à la traîne du détroit de Géorgie. Nous serions bien de cette avis s'il s'agissait d'évaluer la prise de sujets d'élevage selon la méthode détaillée de Worlund *et al.* (1969) ou de Lander et Henry (1973) pour le quinnat et le coho du fleuve Columbia. Quant à nous, nous voulons simplement délimiter l'importance et les tendances récentes de l'apport des piscifactures. S'il en était autrement, nos craintes à l'endroit des effets de la mise en valeur sur les niveaux d'exploitation et, par conséquent, sur le rendement des stocks naturels, sembleraient sans fondement et prématurées.

Nos méthodes sont directes. Nous avons estimé le pourcentage dans chaque prise annuelle (1974–1978) des poissons à nageoire adipeuse coupée (les quinnats et les cohos ayant subi cette ablation portent aussi des fils chiffrés). Ensuite, nous avons calculé par groupe d'âge la répartition entre le Canada et les États-Unis des quinnats marqués (à partir des têtes rapportées par les pêcheurs sportifs, Anon. 1974–1978). Le tableau 3.9 contient ces données. À noter que le pourcentage des quinnats canadiens marqués diminue en raison inverse de l'âge (nous supposons qu'il y a un déplacement progressif vers le nord des stocks canadiens et américains). Ensuite, nous répartissons les prises sportives et à la traîne des sujets marqués selon le pays d'origine et en nous basant sur les données annuelles du tableau 3.9. Enfin, nous avons multiplié les estimations des prises de sujets à la nageoire coupée (marqués ou non) par le nombre de poissons d'élevage représentés par chacun des poissons marqués. La même méthode a été employée par les estimations des prises de cohos, sauf que nous ignorions la contribution américaine puisque plus de 95 % des fils récupérés étaient d'origine canadienne. Nous supposons que les poissons d'élevage marqués et non marqués ont les mêmes habitudes de migration, la même vitesse de maturation, le même taux de survie et la même sensibilité au matériel de pêche. Les tableaux B.11–B.15 donnent les données primaires et d'autres détails encore sur la méthode d'estimation.

TABLEAU 3.9 Pourcentage des fils codés d'origine canadienne retournés par les pêcheurs sportifs du détroit de Géorgie.

Année de la récupération	Âge					Pourcentage d'origine canadienne
	5	4	3	2	1	
1974	—	12	35	86	100	52
1975	75	24	45	88	0	68
1976	10	35	74	84	100	75
1977	27	61	64	72	50	66
Total[a]	18	39	55	84	71	66

[a]Valeur pondérée.

TABLEAU 3.10 Apport estimé des piscifactures à la prise sportive et à la traîne dans le détroit de Géorgie, et mises en liberté des juvéniles élevés dans des piscifactures canadiennes.

Année de la prise	Prise totale	Prise estimée de sujets d'élevage	Prise estimée de sujets sauvages	Année de la naissance (piscifactures seulement)	Mise en liberté des piscifactures
		Quinnat			
1974	434 000	66 000 (15 %)	368 000 (85 %)	1971–72	1 666 000
1975	574 000	72 000 (13 %)	502 000 (87 %)	1972–73	1 707 000
1976	688 000	82 000 (12 %)	606 000 (88 %)	1973–74	1 237 000
1977	622 000	82 000 (13 %)	540 000 (87 %)	1974–75	2 513 000
1978	551 000	115 000 (21 %)	436 000 (79 %)	1975–76	4 621 600
		Coho			
1974	920 000	65 000 (7 %)	855 000 (93 %)	1971	505 000
1975	566 000	48 000 (8 %)	518 000 (92 %)	1972	459 000
1976	488 000	73 000 (15 %)	415 000 (85 %)	1973	928 000
1977	825 000	111 000 (13 %)	714 000 (87 %)	1974	2 357 000
1978	1 394 000	415 000 (30 %)	979 000 (70 %)	1975	1 936 000

TABLEAU 3.11 Pourcentage de quinnats marqués, pris à 2 ans et 3 ans en mer (sujets de 3 ans entre parenthèses).

Année de naissance	Stocks de quinnats		
	Puntledge	Big Qualicum	Capilano
1971	—	0,8 (1,1)	0,2 (0,2)
1972	1,1 (0,6)	0,1 (0,8)	0,7 (0,7)
1973	2,0 (2,0)	1,4 (1,5)	1,8 (1,9)
1974	3,5 (2,0)	4,4 (3,1)	—
1975	0,3	—	0,6

TABLEAU 3.12 Débit mensuel d'étiage d'août-octobre de la rivière Cowichan à la station limnimétrique du lac Cowichan par rapport à la prise estimée de cohos sauvages dans le détroit de Géorgie 2 ans plus tard.

	Mètres cubes à la seconde	Prise de cohos
1972	6,37	855 000
1973	5,91	518 000
1974	5,43	415 000
1975	7,05	714 000
1976	7,27	979 000

Entre 1974 et 1977, le quinnat d'élevage a représenté environ 13 % de la prise sportive et à la traîne du quinnat dans le détroit de Géorgie (tableau 3.10). Nous estimons qu'en 1978, 21 % de la prise provenait des piscifactures. Le tableau 3.10 indique les mises en liberté de juvéniles élevés dans les piscifactures canadiennes et appartenant aux classes d'âge dominantes pour le nombre des sujets mis en liberté chaque année de prise (2 et 3 ans). La mise en liberté des sujets nés en 1974–1975 a doublé par rapport aux années précédentes; cependant, il semblerait que le groupe de 1975 ait mal survécu en mer s'il faut se fier au faible pourcentage des poissons marqués récupérés à 2 ans (tableau 3.11). Comme la majeure partie des sujets remis en liberté était constituée de quinnats nés en 1975, il n'est pas surprenant de voir que la prise de 1977 de quinnats d'élevage n'a pas beaucoup augmenté par rapport aux années précédentes. La prise de 1978[1] a tiré profit de l'importante mise en liberté de quinnats nés en 1976. Bref, la prise de quinnats d'élevage est passée de 65 000 à 115 000 entre 1974 et 1978 alors que la prise estimée des sujets sauvages a varié sans qu'il ne se dégage de tendance nette.

La production des cohos d'élevage s'est accrue considérablement après 1975 (cohos nés en 1972). En 1978, la prise de sujets d'élevage dépassait 400 000, soit 30 % de la prise totale (tableau 3.10) par rapport à 48 000 ou 8 % du total en 1975. De 1973 à 1977, les piscifactures canadiennes ont libéré de plus en plus de saumoneaux, soit de 500 000 à 2 000 000 par année.

La production naturelle de cohos a considérablement varié depuis 1974 et ceci semble relié aux variations du débit des cours d'eau à la fin de l'été et au début de l'automne (tableau 3.12). Beaucoup d'auteurs ont affirmé que la production de cohos sauvages est en étroit rapport avec l'abondance des habitats trouvés dans les cours d'eau (Argue *et al.* 1979; Mundie 1969; Smoker 1953), notamment durant les périodes critiques d'étiage de la fin de l'été et du début de l'automne; ces auteurs sont d'avis que la remonte a souvent été excellente au cours des dernières années. On imagine donc que le nombre de cohos retournant à la mer dépasse le niveau nécessaire pour assurer une distribution uniforme et un nombre suffisant de juvéniles.

Dans le cadre du programme de mise en valeur des salmonidés en bordure du détroit de Géorgie, au moins 5 nouvelles piscifactures seront inaugurées et la capacité des autres sera portée à son maximum d'ici 5 ans. Par conséquent, la mise en liberté par les piscifactures canadiennes de quinnats et de cohos juvéniles dans le détroit devrait doubler ou quadrupler. Bien qu'on ne s'attende pas à ce que la prise augmente en rapport direct puisqu'il risque d'y avoir un fort taux de mortalité lié à la densité accrue à ce niveau de production (Peterman 1978, 1982), il est évident que les quinnats et les cohos d'élevage compteront davantage dans la prise du détroit; il n'est pas impossible qu'ils comptent pour 50 % de la prise.

Compte rendu de l'état des stocks

Une citation tirée d'un rapport statistique de pêche sportive pour 1961 (Anon. 1962) mérite réflexion : «. . .la prise sportive dans les pêcheries les plus importantes du détroit de Géorgie a atteint un tel niveau qu'il faut la considérer comme étant un facteur dont il faut tenir compte dans la gestion de cette ressource». Peu de choses ont été faites depuis 1961 en ce qui concerne la gestion de l'une ou l'autre des pêches sportives dans le détroit, et encore moins de l'ensemble de la pêche sportive. Les gestionnaires ont peut-être été trop complaisants.

Plusieurs auteurs (Anon. 1965; Milne 1964a; Korn 1977; Holland 1977) ont analysé les tendances

[1]La prise sportive de 1978 a été estimée à partir des résultats préliminaires de la prise à la traîne de 1978 dans le détroit de Géorgie et en prenant le pourcentage moyen (1972–1976) de la prise sportive et à la traîne combinée représentée par la pêche sportive dans le détroit de Géorgie (Argue *et al.* 1977a).

qui se dégageaient des prises de quinnats et de cohos sur toute la côte avant 1972. Ils ont signalé de grandes fluctuations au niveau des prises annuelles de cohos, mais aucune tendance à long terme. Ils ont observé une période de rareté relative du quinnat au début des années soixante dont se seraient remis les stocks sauvages vers la fin de cette décennie. Au cours de cette période, l'apport des piscifactures a augmenté rapidement, particulièrement dans la dernière partie des années soixante. D'autres auteurs ont montré comment le rendement en poids augmenterait si la pêche du quinnat et du coho en mer était interdite (Anon. 1978; Henry 1971, 1978; Ricker 1976). Beaucoup croyaient que les mesures gestionnaires devaient être limitées à l'allocation des prises entre les exploitants (p. ex., Argue 1970; Mathews et Wendler 1968) et se sont peu souciés de la remonte. Peu se sont intéressés au problème des stocks et du recrutement dans ces espèces, sinon pour laisser entendre que la remonte des stocks naturels était généralement en excès des niveaux requis pour saturer de juvéniles les habitats d'eau douce. Bref, on a supposé que les variations à caractère stochastique du milieu déterminaient l'abondance des saumoneaux (et le recrutement pour les pêches), mais non la remonte.

Après de grandes périodes durant lesquelles les prises étaient stables, on a presque élevé à valeur de dogme, du moins en Colombie-Britannique, l'hypothèse selon laquelle les pêches en mer n'ont aucun rapport avec le recrutement. La question complexe, à dimensions socio-politiques multiples, de la gestion de la pêche en mer du coho et du quinnat rebutait même les dissidents. Le problème le plus grave était peut-être l'absence complète de connaissances touchant à l'endroit, au moment et au nombre de poissons des principaux stocks récoltés en mer. Ceci entraîna la réglementation périodique des pêches à l'embouchure dont on connaissait empiriquement la composition des stocks exploités, la réglementation étant adoptée quand on la jugeait nécessaire pour protéger certains des stocks, comme par exemple la réglementation de la pêche aux filets maillants sur le Fraser.

La mise au point et le raffinement des techniques de marquage et de recapture des quinnats

TABLEAU 3.13 Prise en Colombie-Britannique du quinnat et du coho (nombre de poissons) et comparaison avec la prise sportive en eaux à marée du détroit de Géorgie[a].

	Pêche sportive en eaux à marée du détroit	Pêche commerciale dans l'ensemble de la C.-B.	Total pour la C.-B.	Importance de la pêche sportive dans le détroit (%)
		Quinnat		
1978	358 000	1 106 000	1 499 000	24
1977	372 000	1 496 000	1 905 000	20
1976	490 000	1 543 000	2 097 000	23
1975	398 000	1 412 000	1 860 000	21
1974	269 000	1 467 000	1 774 000	15
1973	272 000	1 424 000	1 729 000	16
1972	287 000	1 552 000	1 869 000	15
Moyenne	349 000	1 429 000	1 819 000	19
		Coho		
1978	1 103 000	2 736 000	3 979 000	33
1977	682 000	3 341 000	4 091 000	17
1976	415 000	3 698 000	4 164 000	10
1975	454 000	2 332 000	2 818 000	16
1974	772 000	3 724 000	4 538 000	17
1973	373 000	3 531 000	3 930 000	9
1972	335 000	3 359 000	3 717 000	9
Moyenne	591 000	3 246 000	3 891 000	15

[a]Source : Données sur la pêche commerciale et sportive de 1972 à 1976 tirées de Argue *et al.* (1977a); données sur la pêche sportive de 1977 obtenues d'une analyse préliminaire des données du détroit de Géorgie au moyen de la méthode d'Argue *et al.* (1977a); données sur la pêche commerciale de 1977 tirées d'un article anonyme (1978); données sur la pêche sportive de 1978 tirées des chiffres sur la pêche sportive de Argue *et al.* corrigées par un pourcentage moyen (1972-1973) et s'appliquant à la pêche sportive dans le détroit de Géorgie et aux prises à la traîne, ainsi qu'à la prise commerciale à la traîne de 1978 (Pêches et Océans).

et des cohos juvéniles a permis de compléter considérablement nos données sur la survie et la prise en mer de stocks précis. Dans le cas de la Colombie-Britannique, les nouvelles données ont montré l'importance des pêches dans le détroit de Géorgie.

Il y a des centaines de stocks naturels (et beaucoup de stocks d'élevage) qui s'entremêlent dans les lieux de pêche en eaux à marée du détroit. Le potentiel de capture s'est considérablement renforcé et nous avons vu ce qui s'est produit avec la prise sportive. Nous savons que maintenant, cette forme de pêche en eaux à marée du détroit récolte 50 % de la prise constituée des stocks du détroit (et la prise sportive dans le détroit représente maintenant 27 % du total des prises de la Colombie-Britannique (tableau 3.13)). Les pêches moins importantes dans le détroit et en eau douce récoltent à peu près 25 % des stocks provenant du détroit, ce qui laisse un quart de la récolte aux pêches de l'extérieur. La remonte dans les rivières locales se fait généralement moins abondante, mais la production totale des stocks naturels semble stable. Mais il est évident que la pêche sportive et à la traîne en mer décime les stocks d'une façon sans précédent. On doit prévoir que l'exploitation sera intensifiée à court terme parce que les efforts considérablement accrus de mise en valeur des stocks stimulent l'effort de pêche.

Les gestionnaires des pêcheries de l'Orégon sont très inquiets de l'importante chute récente de la remonte du coho sauvage qui a suivi la production accrue du coho dans les piscifactures (Gunsolus 1978). Ce dernier suppose l'existence d'un certain nombre de mécanismes de prédation et de concurrence entre les cohos sauvages et les cohos d'élevage durant les cinq premiers mois en mer et il suppose en outre que l'exploitation des stocks naturels se trouve accrue à mesure que les niveaux de production des stocks d'élevage sont accrus. Sur la foi de données fraîches provenant des piscifactures, il conclut que la mise en liberté de nouvelles générations de saumoneaux d'élevage n'augmentera probablement pas la production totale d'adultes.

Les théories modernes de la gestion des pêches préconisent un ralentissement de la récolte quand les paramètres de production sont inconnus (Walters et Hilborn 1976). Néanmoins, nous vivons dans une période où l'exploitation est intense et sans cesse croissante. Hilborn et Peterman (1977) font remarquer à quel point une récolte intensive réduit l'aptitude des stocks à lutter contre les perturbations écologiques. La plupart des populations ayant leur origine autour du détroit de Géorgie sont fréquemment et en même temps réduites par des facteurs climatiques. Peterman (1977) montre comment les stocks peuvent se retrouver à des niveaux de production stables, mais très inférieurs, quand ils sont éprouvés par une récolte excessive, à cause d'une catastrophe écologique ou de plusieurs facteurs. Quand cela se produit, il faut adopter immédiatement des mesures de protection si on veut avoir la moindre chance de ramener les stocks à de meilleurs niveaux de production. Il demeure que les stocks de quinnats et de cohos du détroit n'ont fait l'objet que d'évaluations sommaires en ce qui concerne les variables déterminant la production telles que la récolte, la remonte et le recrutement. S'apercevrait-on demain qu'il est nécessaire d'adopter des mesures urgentes de protection et celles-ci seraient-elles aussitôt adoptées que nous n'aurions aucun moyen efficace de vérifier leurs effets; on imagine sans peine que nous répéterions les mêmes erreurs.

Bref, nous sommes d'avis qu'il faut adopter des mesures de protection du quinnat et du coho applicables aux pêches en mer de façon à permettre une gestion plus souple et afin de diminuer les risques sur le plan biologique. À ce propos, la situation dans laquelle se trouve l'Orégon qui a tenté de mettre en valeur ses stocks sauvages nous incite fortement à la prudence. Il faut étudier les paramètres concernant les stocks et le recrutement dans le cas des espèces qui nous intéressent et, parallèlement, créer le noyau d'un système de surveillance des stocks. Au cours du prochain chapitre, nous étudierons en détail la méthode que nous avons suivie pour arriver à la formulation de certaines mesures générales et raisonnables de protection pour les pêches du quinnat et du coho dans le détroit de Géorgie.

CHAPITRE 4

Étapes de la modélisation

Le modèle étudié d'ici à la fin du rapport résulte de la collaboration de biologistes en recherche, de gestionnaires et d'une équipe de modélisateurs. La mise au point du modèle et les tests eurent lieu de mai 1977 à juin 1978 et employèrent 2 ½ années-personnes réparties entre huit universitaires et huit spécialistes des pêches du gouvernement fédéral. Ce projet montra hors de tout doute que les modèles présentent des possibilités uniques en ce qui a trait à l'évaluation des mesures gestionnaires. Puisqu'il y a très peu de modèles écologiques appliqués qui ont connu autant de succès, nous croyons qu'il est important de décrire les étapes de notre cheminement.

Pourquoi un modèle

Quand on découvrit que la prise sportive de quinnat et de coho dans le détroit de Géorgie avait été considérablement sous-estimée (appendice A) et quand on vit que la remonte du quinnat était de moins en moins abondante, le ministère des Pêches et des Océans entreprit d'examiner l'effet de nouvelles mesures de gestion. Des travaux précédents effectués avec la participation du personnel des pêcheries et des modélisateurs des pêches à l'Université de la Colombie-Britannique nous avaient fait comprendre l'importance d'organiser les informations existantes dans un cadre quantitatif (Peterman *et al.* 1978; Walters *et al.* 1978). C'est ainsi que M. A.W. Argue offrit aux chercheurs de l'Université d'examiner les effets des nouveaux règlements sur les pêcheries du détroit de Géorgie.

Premiers ateliers de travail

La première étape fut l'atelier de travail tenu en mai 1977 et auquel participaient plusieurs biologistes gestionnaires des pêches et les modélisateurs de l'Université. Nous avons suivi la méthode décrite dans le chapitre 4 de la publication d'Holling *et al.* (1978), ce qui permit aux modélisateurs de transcrire en langage informatique les processus biologiques tel qu'ils sont actuellement expliqués par les biologistes. On précisa davantage quelles données étaient nécessaires et les deux groupes décidèrent de tenir une nouvelle réunion un mois plus tard pour introduire les données dans le modèle.

Travaux subséquents

Suivit alors une série de réunions durant lesquelles les prévisions du modèle étaient examinées et les erreurs détectées. Chaque fois, les échanges permirent d'identifier les erreurs les plus probables dans la structure du modèle ou dans les valeurs attribuées aux paramètres. Ainsi, des données inexactes sur la remonte furent initialement employées, ce qui faussa les estimations des taux de mortalité naturelle. Il y eut une quinzaine d'étapes itératives de prévisions, de révision du modèle et de nouvelles prévisions. Il s'ensuit que certains des rapports retenus dans le modèle final sont considérablement différents de ce qu'ils étaient à l'origine; diverses hypothèses furent écartées à mesure que les résultats étaient disponibles.

Un autre aspect de la révision du modèle porte sur le type de données produites. De nouveaux indicateurs comme la valeur débarquée de la prise à la traîne ou l'importance économique de la pêche sportive furent ajoutés quand il devint évident que l'ensemble initial des indicateurs ne produisait pas assez d'informations pour permettre aux gestionnaires de décider des meilleurs règlements.

Au début de l'automne 1977, le modèle était déjà assez affiné pour permettre d'envisager sérieusement certaines modifications des règlements. On essaya de mesurer l'effet de nouvelles limites de taille, de nouvelles saisons de pêche et de nouvelles limites de possession. Vu la difficulté matérielle de comparer un très grand nombre de tableaux, il fut nécessaire de préparer des résumés graphiques. Les diagrammes à isoplèthes semblables essentiellement à ceux employés en premier par Beverton et Holt (1957) étaient faciles à lire.

Participation des gestionnaires et des organismes intéressés

Fin octobre 1977, une réunion fut tenue pour présenter aux gestionnaires et organismes intéressés le modèle et les premières prévisions pour les règlements amendés. Il y avait des représentants du Comité consultatif de la pêche sportive, de même que des biologistes des pêches du gouvernement fédéral, des hauts fonctionnaires et des économistes provenant de la région et d'Ottawa. On profita de la réunion pour expliquer les hypothèses sous-tendant le modèle, pour discuter de l'utilité et des

limites du modèle et pour recueillir les commentaires des participants sur les processus omis ou représentés imparfaitement. L'analyse des prévisions du modèle dans le cas de divers règlements aida à préciser quels indicateurs tirés des résultats avaient le plus d'importance aux yeux des différents participants. On put ainsi découvrir indirectement les critères retenus par les divers groupements pour leur évaluation des scénarios. Cette méthode active (pour ne pas dire «interactive») de préciser des objectifs semble donner de meilleurs résultats que les méthodes reposant sur des questionnaires fondés sur l'analyse de situations théoriques (Keeney 1977).

La réunion se termina par un concensus sur certains changements apportés au modèle (p. ex., ajouter l'effet de la population de poissons migrant vers la côte ouest de l'île Vancouver) et par l'abandon de certaines modifications apportées aux règlements parce qu'elles ont peu d'effets sur la remonte (p. ex., la fermeture de la pêche sportive en hiver pendant un maximum de 6 mo).

Forme définitive du modèle

Les dernières modifications des hypothèses de travail furent effectuées au début de 1978 et 31 jeux différents de diagrammes à isoplèthes furent générés afin de tester la sensibilité du modèle à des variations des paramètres et des règlements. Dès le printemps 1978, les biologistes des pêches et les gestionnaires se servaient des prévisions (et d'autres informations) dans l'évaluation de différents trains de mesures réglementaires. La forme finale du modèle et de possibles modifications apportées aux règlements furent étudiées avec certains des principaux groupes d'utilisateurs, notamment le Comité consultatif de la pêche sportive. Cet organisme représente les Pêcheurs sportifs en eaux à marée de la Colombie-Britannique, la Fédération de la faune en Colombie-Britannique, la *Steelhead Society* et certains propriétaires d'installations touristiques. Les premiers échanges avec le comité permirent de préciser la cause des problèmes de conservation et de présenter le modèle de même que certaines solutions possibles. Le personnel des pêcheries rencontra par la suite certains autres organismes représentant différents groupes de pêcheurs, par exemple de la *Pacific Troller's Association*, la *Pacific Gillnetter's Association* et la *Central Native Fishermen's Coop*.

Le modèle demeure actuellement le seul moyen quantitatif d'évaluer différents scénarios de gestion des pêches dans le détroit de Géorgie. Il est régulièrement employé pour l'évaluation de nouvelles propositions à mesure que celles-ci sont formulées et on considère au ministère des Pêches et des Océans qu'il est un bon outil d'évaluation des lignes directrices.

Résumé

Cette entreprise constitue une solution d'avenir pour l'analyse appliquée de systèmes. Il y eût plusieurs périodes d'intense activité, entrecoupées de périodes beaucoup plus longues de consolidation et d'assimilation des données. Pour sa part, le ministère des Pêches et des Océans consacra une année-personne à la recherche et à la collecte des données nécessaires à l'établissement des paramètres des variables du modèle ainsi qu'au calcul des valeurs de départ. Il fallut beaucoup de temps et beaucoup de travail pour raffiner les hypothèses et transformer les données de sortie pour répondre aux attentes des clients de Pêches et Océans. Par rapport à ce travail de «communication» il ne fallut pas beaucoup de temps pour l'analyse des données documentées et pour la formulation initiale du modèle.

Au bilan, il fallu 2 ½ années-personnes de travail et 8 000 $ de temps-machine. Assez peu de gens collaborèrent au travail (huit) qui ne nécessite pas beaucoup de temps, ni d'argent. Cela vient confirmer les observations d'autres chercheurs (Watt 1977; Holling *et al.* 1978; Mitchell *et al.* 1976) qui ont déjà remarqué que des petites équipes peuvent apporter des solutions sans grands frais à des problèmes posés en termes d'analyse de système.

CHAPITRE 5

Structure du modèle de simulation

Circonscrire le problème

L'élaboration du modèle nous a obligé à prendre une série de décisions arbitraires touchant à l'importance des facteurs et au dégré de détails à inclure. Le détroit de Géorgie n'est pas un système biologique ou économique clos. Certains des saumons capturés ont leur frayère dans l'État de Washington; d'autres émigrent vers les eaux au large de la côte ouest de l'île Vancouver où ils sont pêchés. Le recensement complet des saumons devrait donc considérer l'ensemble de la côte du Pacifique et serait forçément très complexe. La pêche en d'autres lieux et même le prix du saumon au Japon, par exemple, peuvent avoir des effets importants sur l'effort de pêche dans le détroit.

On délimite l'importance d'un modèle en laissant tomber certains facteurs ou en leur donnant une valeur constante. Nous avons donc retenu quatre hypothèses de travail; il ne fait pas de doute qu'il y en a d'autres implicites (cachées, non reconnues) dans les équations. En premier lieu, nous supposons que les poissons quittant le détroit de Georgie pour le large devant la côte ouest de l'île Vancouver ont un taux de mortalité naturelle et par la pêche qui reste constant quels que soient les scénarios considérés. Ainsi, la proportion des saumons qui remontent pour frayer reste constante. Nous négligeons aussi les changements biologiques du milieu marin et les variations de l'effort de pêche qui pourraient se produire, par exemple, par suite de l'adoption de nouveaux règlements de pêche au large de l'île ou par suite de l'effort accru de pêche le long de la côte nord, consécutif à la mise en valeur du saumon.

Deuxième hypothèse, nous supposons que le recrutement dans le détroit reste constant dans la plupart des scénarios (le recrutement est le nombre de poissons parvenant à survivre en mer à leur premier automne). Cela veut dire que la production en eau douce n'a pas encore commencé à diminuer par suite du nombre insuffisant des reproducteurs et que les habitats d'eau douce ne seront pas trop dégradés (pollution, destruction des aires de grossissement du quinnat dans les marais salants). On peut rapprocher la remonte prévue par le modèle à la production de saumoneaux pour voir s'il faut un rapport excédentaire des saumoneaux aux reproducteurs pour garder constante à long terme la production des saumoneaux.

Troisième hypothèse, nous supposons que les facteurs encourageant la pêche sportive vont demeurer constants. Ceci veut dire qu'il ne devrait pas y avoir de changements importants au niveau des possibilités de pêche hors du détroit (abondance de saumons, accessibilité) et qu'il n'y aura pas de variations rapides des facteurs économiques et sociaux (temps consacré aux loisirs, revenu disponible pour s'équiper, etc.) conduisant à une pêche plus intensive.

Enfin, nous supposons que les facteurs encourageant la pêche commerciale (prix du poisson, abondance hors des lieux de pêche, abondance d'autres espèces de salmonidés se prêtant à une pêche à l'embouchure au filet) restent stables. Par exemple, nous ne considérons pas que les pêcheurs canadiens à la traîne risquent l'exclusion des lieux de pêche américains dans le cadre de négociations États-Unis–Canada, ce qui pourrait se traduire par un nombre accru de demandes de permis de pêche dans les eaux du détroit.

L'adoption de ces hypothèses de travail a ramené le problème à des dimensions acceptables, soit la modélisation de deux grands types de changements dynamiques : la réduction de la population recrutée sous l'action de divers agents, qui influe sur la remonte, et l'ajustement à court terme de l'effort de pêche (et de la prise correspondante) aux différents niveaux d'abondance du poisson et aux mesures gestionnaires. À ce point-ci, nous pouvions voir que le modèle comprendrait au moins trois sous-modèles principaux ou blocs de calcul : 1) la biologie des populations (mortalité, croissance); 2) l'effort de pêche et la prise; et 3) l'effort commercial et la prise. Nous avons alors ajouté un quatrième sous-modèle pour le calcul des diverses performances ou mesures avantageuses du système.

C'est aussi dans l'arbitraire que nous avons déterminé dans quelle mesure il fallait détailler les calculs. Fallait-il envisager des variations biologiques ou des variations de l'effort sur une base hebdomadaire au cours des années ou pouvait-on se contenter de calculs mensuels ou saisonniers? Fallait-il considérer les poissons par stocks individuels de reproducteurs ou les réunir en types (pop. naturelle ou pop. mise en valeur) ou en grands secteurs de production? Fallait-il effectuer les calculs par zone de pêche dans le détroit (p. ex., Campbell River ou la bouée à cloche de la pointe Grey), ou bien fallait-il négliger le déplacement géographique des poissons et des pêcheurs? Fallait-il créer plusieurs classes de pêcheurs sportifs selon la compétence (l'expérience) et l'origine (les gens de Vancouver ou des Américains à la retraite, par exemple) ou devait-on plutôt s'attacher à la performance moyenne du pêcheur sportif à la ligne?

De la même façon, fallait-il diviser les pêcheurs à la traîne selon la grosseur des bateaux ou d'autres formes de mesure de la performance?

De mauvaises expériences nous avaient appris à craindre les calculs trop détaillés. Nous avions quatre bonne raisons. En premier lieu, plus il y a de détails, plus ça coûte cher, et cela progresse souvent de façon géométrique. Deuxièmement, les modèles détaillés sont plus compliqués à examiner ou à tester avec les données disponibles et il peut devenir presque impossible parfois de détecter les erreurs de programmation et d'introduction des coordonnées paramétriques. Troisièmement, les calculs détaillés nous obligent souvent à retenir plus d'hypothèses dont la fausseté peut parfois nuire au rendement global du modèle. Quatrièmement, beaucoup de détails à caractère structurel (p. ex., les bons et les mauvais pêcheurs) n'ont tout simplement pas d'importance au niveau des grandes prévisions; dans la nature, les effets particuliers sont compensés et nous imaginons bien que notre modèle tient compte de la moyenne de ces effets en analysant des données composées.

Après avoir testé différentes formules à différents niveaux de détail, nous avons pris les décisions arbitraires suivantes. En premier lieu, nous avons décidé d'effectuer la plupart des calculs portant sur les changements d'état des systèmes à l'aide d'une grille détaillée de résolution temporelle avec des étapes prévisionnelles de 15 jours (plus ou moins 2 sem). Cela nous permet de représenter les rétroactions rapides que suscite l'abondance variable de poissons sur l'effort de pêche et permet de constituer une image exacte des règlements touchant aux fermetures saisonnières et à la modification de la limite légale de taille. Deuxièmement, nous avons décidé de laisser tomber la résolution géographique; nous considérons que l'ensemble du détroit constitue un espace où pêcheurs et poissons sont uniformément distribués. Nous avons pris cette décision parce que nous n'avions pas assez de données permettant de quantifier les déplacements du poisson dans le détroit. Ainsi, nous ne pouvons pas nous prononcer sur la fermeture des zones ou sur des règlements à caractère local. Troisièmement, nous pouvons diviser chaque espèce (coho et quinnat) en un maximum de 10 blocs naturels ou mis en valeur. Par bloc, nous entendons un ensemble de stocks de reproducteurs ou d'unités de production se comportant de façon uniforme. En fin de compte, nous n'avons pas pu fournir d'estimation distincte des paramètres pour les stocks du Fraser et pour les stocks provenant des petites rivières et nous n'avons divisé les poissons qu'en poissons sauvages et en poissons d'élevage. Enfin, nous avons décidé de fusionner les résultats des activités de pêche sportive et à la traîne. Les conséquences de cette hypothèse seront étudiées plus loin dans les sous-modèles des activités sportives et commerciales. Une des grandes faiblesses du modèle est due au fait que les données sur les mouvements et les prises portent avant tout sur les poissons d'élevage, ce qui nous force à supposer que les populations sauvages se comportent de la même manière.

Dans le cadre du modèle et à l'échelle de calcul choisie, le modèle permet d'explorer cinq genres de mesures de gestion : 1) les fermetures pendant certaines périodes; 2) les limites de taille; 3) les restrictions touchant les activités de pêche (émission de permis, etc.); 4) les limites de possession (limites quotidiennes); et 5) la mise en valeur. Les règlements à effets indirects comme ceux à impact économique (taxes, subventions, etc.) ne sont pas considérés, pas plus que les limitations locales.

Synthèse des éléments du modèle : Équation générale des prises

Plusieurs des relations analysées dans les sections suivantes sont rendues possibles par l'emploi d'une équation générale pour la prise qui constitue à la fois le cadre de ce qui suit et aussi la base des calculs.

Les équations du calcul de la prise sont très employées pour l'évaluation des stocks de pêche et ne sont essentiellement qu'un cadre comptable pour la prévision des pertes que subit une cohorte sous l'action de différents agents létaux agissant uniformément et simultanément au cours d'une période donnée. Dans les formes de dérivation les plus simples, il est supposé qu'un nombre N de poissons dans une cohorte diminue selon le taux de mortalité naturelle M et le taux de pêche F :

$$\frac{dN}{dt} = -MN - FN \tag{5.1}$$

La prise C augmente donc à la vitesse FN :

$$\frac{dC}{dt} = FN \tag{5.2}$$

Étant donné un nombre initial N_o de poissons au commencement d'une période de prévision dont la durée a une valeur unitaire, l'équation différentielle 5.1 devient :

$$N_{(\text{durée 1})} = N_o e^{-(F+M)} \tag{5.3}$$

et l'équation (5.2) devient :

$$C_{(\text{durée 1})} = N_o \frac{F}{F+M}(1 - e^{-(F+M)}) = \frac{F}{F+M}(N_o - N_{\text{durée 1}}) \tag{5.4}$$

L'équation (5.4) constitue l'équation standard pour la prise et sa deuxième forme montre qu'elle per-

met de diviser la mortalité totale (N_o - $N_{\text{durée 1}}$) selon le rapport du taux de mortalité dû à la pêche par rapport au taux de mortalité totale ($F + M$). Quand l'unité de temps est brève, de telle sorte que $F + M < 0{,}1 - 0{,}2$, les équations (5.3) et (5.4) peuvent être adéquatement remplacées par les équations différentielles linéraires approximatives.

$$(5.5) \qquad N_{(\text{durée 1})} = N_o - FN_o - MN_o$$

$$C_{(\text{durée 1})} = FN_o$$

Ces approximations ont été employées pour estimer la valeur de F des stocks dans le détroit de Géorgie en applicant le calcul aux années passées (détails plus loin dans le texte).

Dans le cas de toute cohorte de quinnats ou de cohos du détroit de Géorgie, il y a souvent plus de deux agents d'attrition des stocks à l'oeuvre simultanément. Ceci conduit à l'extension bien évidente de la dérivation de base ci-dessus. Pour une cohorte i (i est un référentiel appliqué à des stocks, à des âges et à des espèces), nous obtenons

$$(5.6) \qquad \frac{dN_i}{dt} = - M_i N_i - F_{si} N_i - F_{ci} N_i$$

Soit M_i le taux de mortalité naturelle de la cohorte i, variable en fonction de l'âge des poissons; soit F_{si} le taux de mortalité par la pêche sportive variant en fonction de l'efficacité des engins de pêche, de la durée et de l'effort de pêche; soit F_{ci} le taux de mortalité par la pêche commerciale à la traîne variant en fonction du temps, de l'effort et l'efficacité des engins de pêche. Il y a d'autres pertes occasionnées par l'émigration d'une partie de la population vers le large ou vers les rivières d'origine; ces pertes ont un caractère cyclique et elles sont à soustraire du nombre de survivants calculé par l'équation (5.6). Les stocks du détroit de Géorgie ne sont exploités par aucune pêche importante aux filets maillants ou à la senne. En intégrant l'équation dans un intervalle de 2 sem (soit N_{fin} le nombre de poissons encore vivants à la fin de cet intervalle), nous obtenons :

$$(5.7) \qquad N_{\text{fin}} = N_o e^{-(M_i + F_{si} + F_{ci})}$$

$$(5.8) \qquad C_{\text{sport}} = \frac{F_{si}}{M_i + F_{si} + F_{ci}} (N_o - N_{fin})$$

$$(5.9) \qquad C_{\text{commercial}} = \frac{F_{ci}}{M_i + F_{si} + F_{ci}} (N_o - N_{fin})$$

À supposer que tous les éléments de la cohorte soient vulnérables (aucun sujet n'ayant pas la taille limite), ces équations vont livrer des prévisions exactes pourvu que nous connaissions les composantes de temps, d'âge et d'espèce de M, F_s et de F_c.

Cependant, les équations (5.7)-(5.9) ne tiennent pas compte des poissons remis en liberté parce qu'ils n'ont pas la longueur réglementaire (ou que le pêcheur juge trop petits). La mortalité (ou la survie) chez ces sujets soulève deux questions : 1) quelle proportion des poissons de la cohorte i capturés dans tout intervalle de 2 sem n'a pas la longueur suffisante? et 2) quelle proportion meurt après avoir été libérée? La question (1) est liée à la distribution et à la vulnérabilité selon la taille des sujets composant la cohorte et qu'on mesure le plus simplement par la moyenne et la variance de la taille par rapport à la courbe de croissance. La question (2) fait toujours l'objet de débats importants. Le modèle a été corrigé de la façon suivante : en premier lieu, il est supposé que tous les individus composant la cohorte sont également vulnérables à la pêche; alors, les prises dans tout intervalle de 2 sem sont données par les équations (5.8) et (5.9). Deuxièmement, à tout moment donné, la distribution selon la taille correspond assez bien à la distribution normale. Partant d'estimations empiriques de la taille moyenne et de la variance de taille durant tout intervalle de 2 sem, la proportion des sujets n'ayant pas la taille limite est donnée par la surface équivalente sous la courbe de Gauss. Troisièmement, la prise totale de sujets trop petits (par type d'engin) est donnée par la prise totale multipliée par la proportion des sujets trop petits calculée à partir de la courbe de distribution selon la taille. Enfin, il est supposé qu'une partie P_s pour la pêche sportive et P_c pour la pêche à la traîne des sujets trop petits va mourir tandis que le reste va rejoindre la cohorte et sera exposé à la récolte ou à la mort naturelle durant l'intervalle suivant de 2 sem. Nous avons attribué des valeurs très écartées à P_s et P_c lors des passages-machine d'essai et dans certains cas, nous les avons fait varier selon la taille (risques de mortalité diminués chez les plus gros sujets). Nous avons adopté une valeur nominale de

$$P_s = 0{,}3$$
$$P_c = 0{,}3$$

Pour suivre l'évolution d'une cohorte durant tout son séjour dans le détroit, nous appliquons simplement coup sur coup les équations calculant les prises à intervalle de 2 sem en soustrayant les immigrants et en additionnant les sujets trop petits qui rejoignent la cohorte à chaque fin de passage. On emploie comme données d'entrée à chaque passage le résultat du passage précédent. Il est évident qu'une mauvaise estimation initiale des taux, notamment de M, finit par constituer une importante erreur cumulative après un grand nombre de passages-machine. Ainsi, nous avons dû estimer M et F avec le plus grand soin afin d'obtenir un résultat final (prise totale par année, remonte de la

cohorte) qui soit en accord avec les valeurs mesurées. L'analyse suivante porte en bonne partie sur cette estimation, notamment sur la difficulté de relier F à l'effort de pêche. Le chapitre 7 décrit la méthode employée pour assurer que M et F correspondent sensiblement à la prise et à la remonte.

Cadre chronologique

Pour l'exécution d'un scénario, il faut commencer par le calcul à rebours décrit dans le chapitre 7. Ceci permet de trouver l'importance de la cohorte au commencement des calculs, de même que les coefficients de vulnérabilité par la pêche. Ceci fait, nous avons fait une projection de 6 ans de telle sorte que l'effort de pêche et que l'effectif de la cohorte parviennent à équilibre. Nos projections sont donc des résultats sous forme simplifiée à l'équilibre; nous voulons éviter les prévisions à partir des tendances (la figure 10.4 est une exception notable).

Limites quotidiennes de prises

Nous avons calculé l'effet de diverses limites quotidiennes de prises selon l'hypothèse que les pêcheurs cesseraient de pêcher une fois la limite atteinte et en prenant pour déterminant l'effort de pêche sportive par bateaux-jours de l'intervalle précédent. C'est supposer que les pêcheurs ne rejettent pas les petits poissons en attente des gros dans le cas d'une limite restreinte. Nous analysons dans l'appendice A les données sur des limites quotidiennes de possession imposées aux pêcheurs sportifs du détroit de Géorgie. Nous avons supposé que 59 % des pêcheurs à la ligne-jour ne ramènent aucune prise, que 22 % capturent 1 saumon, que 10 % en capturent 2, que 8 % en capturent 3 et que 1 % en capture 4 cas, (quinnats ou cohos). À partir de ces pourcentages, nous pouvons calculer la proportion de saumons échappant à la capture quand la limite de prises est abaissée.

Tableau 5.1 Distribution des prises quotidiennes et réduction prévue de la prise si la limite de possession était portée à 1 saumon par jour.

Prises quotidiennes	Pourcentage de pêcheurs à la ligne	Prises par 1 000 pêcheurs	Nombre de poissons protégés par la limite fixée à 1 poisson
0	59	0	0
1	22	220	0
2	10	200	100
3	8	240	160
4	1	40	30
	Total	700	290

Supposons 1 000 pêcheurs à la ligne : le tableau 5.1 montre la distribution de la prise et le nombre de poissons épargnés quand la limite de possession est abaissée à 1 poisson par jour. On peut voir que cette limite protégerait 290 saumons sur 700, soit 41 % de la prise. Selon le modèle, cette limite se trouve à réduire l'effort réel de pêche de 41 %. La limite de prises de quinnats seulement est plus malcommode à traiter : la diminution de l'effort de pêche serait beaucoup moins importante. Nous avons supposé qu'il pourrait y avoir une réduction de peut-être 25 %. Il est très malaisé aussi de prédire l'effet des limites de prises quotidiennes et même saisonnière et nous ne pouvons qu'insister sur la nécessité d'étudier davantage cette question.

CHAPITRE 6

Cycle évolutif du coho et du quinnat : biologie et structure du modèle

Dans la présente section, nous décrivons le cycle évolutif des cohos et des quinnats capturés à la pêche sportive dans le détroit de Géorgie. La chronologie et la dynamique des événements marquant ce cycle, de même que les effets de la pêche, sont expliqués pour ces deux espèces, ainsi que la structure mathématique du modèle employé pour décrire ces événements. Nous commençons par décrire en détail la biologie du coho et ensuite, les particularités du quinnat.

Structure mathématique du modèle

Ce modèle a été élaboré afin d'évaluer différentes réglementations. L'idéal serait de suivre les conséquences entraînées par une réglementation donnée tout au long du cycle en mer de chaque espèce, de calculer le nombre de reproducteurs, ensuite celui des oeufs, des alevins, des saumoneaux et de reprendre éventuellement le cycle en mer. Seulement, il n'y a presque pas de données sur le rapport reproducteurs-smolts. Toute cette question est tellement mal connue et donne lieu à de telles disputes que l'examen de toute hypothèse de cet ordre dans notre modèle discréditerait ce dernier dans l'esprit des spécialistes. Nous testons bien, plus loin, quelques hypothèses à titre exploratoire, mais dans la plupart des analyses, nous avons attribué une valeur donnée au nombre de saumoneaux produits et tous nos calculs ont été faits sur cette base.

Comme le cycle en mer du quinnat peut durer 5 ans (et dans certains cas, 6 et 7 ans) et que nous souhaitons mesurer l'effet de différentes réglementations après que la pyramide des âges se soit stabilisée, nous avons étalé la simulation sur 6 ans dans chaque cas, de façon à avoir une pyramide d'âge à l'équilibre.

Quatre stocks sont considérés dans le modèle : le quinnat à reproduction naturelle, le coho à reproduction naturelle, le quinnat mis en valeur et le coho mis en valeur. Le nombre de sujets de chaque classe d'âge et de chaque stock à rester en permanence dans le détroit de Géorgie est gardé en mémoire dans l'ordinateur.

Le coho

Le coho fraye l'automne et le fretin émerge le printemps suivant. En général, les saumoneaux descendent en mer un an plus tard, en mai, et y passent un hiver avant de remonter en eau douce pour frayer l'été ou au début de l'hiver suivant après 16 mo en mer environ. Beaucoup de cohos frayant dans les rivières alimentant le détroit (à peu près 50 %) passent leur vie en mer loin du détroit; ils sont traités séparément dans le modèle sous la rubrique «population de l'extérieur». Vers la fin de l'été de la première année dans le détroit, quelques cohos atteignent les 12 à 13 po minimum et sont parfois capturés par des pêcheurs sportifs. Le printemps suivant, ils sont pêchés par des pêcheurs sportifs et commerciaux jusqu'à ce qu'ils retournent en eau douce. Certains sont capturés pendant qu'ils sont encore des juvéniles au cours de leur premier hiver en mer.

Recrutement et émigration

Considérons d'abord les cohos à compter du 15 juillet de leur premier été dans le détroit. On pense que la mortalité naturelle est très élevée entre le moment où ils quittent les eaux douces et le 15 juillet; nous tenons compte implicitement de cette mortalité puisque nous avons adopté une valeur donnée pour la cohorte à compter du 15 juillet.

Le premier grand événement du cycle évolutif du coho que nous simulons est l'émigration de 50 % de l'effectif (chapitre 3). Ce mouvement peut avoir lieu à n'importe quel moment entre l'arrivée en eau salée et décembre de la première année en mer, mais puisque les taux naturels de mortalité parraissent semblables, le fait de ne pas prévoir de migration avant le 15 juillet dans notre modèle ne change rien. Cette sous-population est considérée dans le modèle comme un stock extérieur distinct. Nous avions d'abord estimé à 3,6 millions et à 1,7 million la population naturelle et la population d'élevage des cohos le 15 juillet avant l'émigration. Ces chiffres ont été réévalués par une itération à rebours (chapitre suivant) pour être situés cette fois à 2,24 millions et 1,11 million de sujets sauvages et sujets d'élevage, respectivement. Cependant, les estimations sont en partie fondées sur certaines hypothèses concernant la mortalité des saumons pêchés et rejetés; elles sont réestimées pour chaque scénario.

Mortalité naturelle

La mortalité naturelle s'exerce tout au long du cycle évolutif des deux espèces. La plupart des spécialistes admettent que le taux de mortalité naturelle diminue à mesure que le poisson grossit

(Ricker 1976). La mortalité résulte d'abord de la prédation et à mesure que les poissons grossissent, ils sont de moins en moins menacés par des prédateurs. Nous avons fixé à 0,04 le taux de mortalité du coho aux 15 jours avant le 1er janvier et à 0,02 aux 15 jours après cette date. Au commencement, nous croyions que les résultats seraient intimement liés au taux de mortalité naturelle supposé, particulièrement dans le cas du quinnat. Nous avons testé une vaste plage de taux et trouvé que les résultats ne changeaient presque pas. C'est que la mortalité par la pêche est beaucoup plus importante que la mortalité naturelle à partir du moment où le poisson est pêchable.

Croissance

La taille des cohos dans le détroit de Géorgie a été mesurée directement par échantillonnage à la senne coulissante et à la pêche à la traîne (voir à l'appendice A pour une analyse exhaustive). La figure A 4 donne la courbe de longueur des cohos en mer que nous avons employée dans le modèle. Les variations de taille des poissons à tout âge ont beaucoup d'importance en ce qui touche la modélisation des effets régulateurs. Par exemple, dans l'hypothèse que tous les poissons ont la même taille à un âge donné, toute la population de cohos serait recrutée pour la pêche d'un seul coup alors qu'en réalité, des cohos ayant la longueur minimum peuvent être attrapés en août de leur première année en mer bien qu'en moyenne, la population n'atteigne pas la limite avant octobre ou novembre. Nous avons estimé qu'il existe un coefficient constant de variation de taille égal à 0,1 et que celui-ci n'est pas modifié par la pêche (tableau A5).

Maturation et remonte

Durant l'automne de leur deuxième année dans le détroit, les cohos commencent à remonter. La date précise de la remonte n'est pas la même d'un cours d'eau à l'autre, mais en gros, elle commence à la mi-août et se termine vers la fin novembre. La partie de l'appendice intitulée «Chronologie de la remonte» offre une analyse détaillée de la question. Notre modèle ignore les jeunes saumons mâles (qui ont atteint la maturité à leur premier automne en mer).

On calcule de la façon suivante le nombre de poissons quittant chaque 15 jours le milieu marin pour aller frayer : à chaque intervalle de 15 jours de la deuxième année en mer, on garde en mémoire la fraction des cohos restants qui va migrer. Cette fraction, cumulative, est de 0,0 de janvier à août, et de 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 0,7 et 1,0 à chaque intervalle de 15 jours, respectivement, en septembre, en octobre et en novembre. En multipliant cette proportion par la population restante de cohos, nous

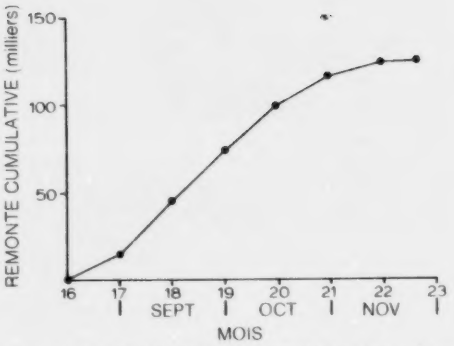


Fig 6.1 Exemple du nombre cumulatif de cohos qui ont entrepris la remonte. Les abscisses indiquent le numéro de l'intervalle correspondant.

obtenons la courbe de la remonte cumulative donnée dans la figure 6.1.

Émigration

Le but du modèle est d'examiner les règlements s'appliquant au détroit de Géorgie; nous ne tiendrons pas compte des poissons qui émigrent dans toutes les analyses subséquentes.

Taux d'exploitation à l'embouchure

Une fois dans les estuaires et les rivières, les stocks de cohos ne sont plus exposés à la pêche sportive ou commerciale à la traîne. Cependant, beaucoup des poissons doivent encore franchir un barrage de pêcheurs commerciaux au filet, de pêcheurs indiens de subsistance et de pêcheurs sportifs en eau douce. L'analyse des données (taux d'exploitation de la pêche à l'embouchure en appendice) montre qu'en moyenne, 37 % des cohos qui tentent de remonter sont capturés par l'un ou l'autre de ces trois groupes de pêcheurs.

Le quinnat

Recrutement et émigration

Le quinnat fraye durant l'été et l'automne et le fretin émerge le printemps suivant. La plupart de ces juvéniles se dirigent en eau salée au bout d'environ 3 mo en eau douce. Certains y restent pendant 1 ou 2 hivers. Les jeunes poissons commencent à atteindre la taille minimum de prise à l'automne de leur première année en mer et nous commençons à les comptabiliser dans notre modèle à compter de la mi-septembre. Le nombre de quinnats pêchés à la mi-septembre est estimé à 1,6 million de poissons sauvages et à 1,2 million de poissons d'élevage. Le quinnat se développe plus

lentement que le coho, restant jusqu'à 5 ans en mer, et une proportion beaucoup plus importante des sujets nés dans les cours d'eau entourant le détroit passe sa vie adulte hors du détroit. Les estimations obtenues par marquage montrent que les quinnats continuent à émigrer au bout de 4 ans dans le détroit. Les meilleures estimations concernant la proportion émigrée sont données ci-dessous. À la mi-septembre de chaque année, la proportion qui émigre est soustraite des stocks restant dans le détroit et ajoutée au stock extérieur.

Âge	1	2	3	4	5
Proportion	0,4	0,25	0,15	0,1	0

Mortalité naturelle

Les calculs portant sur la mortalité naturelle sont les mêmes pour le quinnat que pour le coho; le taux de mortalité correspondant à chaque âge est donné ci-dessous. (données analysées dans l'appendice A.) Les valeurs sont très peu fiables, mais le modèle produit des résultats qui ne changent pratiquement pas quand sont employées des valeurs allant de la moitié au double du taux affiché.

Âge	1	2	3	4	5
Taux de mortalité	0,035	0,015	0,0075	0,0075	0,0075

Croissance

La croissance du quinnat a été estimée de la même façon que celle du coho et la figure A.3 montre la courbe de croissance employée dans le modèle. Nous avons également appliqué un coefficient de variation égal à 0,1.

Maturation et remonte

Le quinnat peut atteindre la maturité et aller frayer au cours de n'importe quel été après sa première année en mer. Nous supposons qu'un certain nombre de chaque classe d'âge va frayer (tableau 6.1). À l'intérieur d'une année donnée, le moment de la remonte varie beaucoup plus dans le cas du quinnat que dans le cas du coho; nous employons comme données d'entrée la proportion des quinnats parvenant à maturité qui va remonter lors de chaque intervalle. Ainsi, si P_i constitue la proportion de quinnats parvenant à maturité à l'âge i, si R_j constitue la proportion des quinnats

Tableau 6.1 Proportion des quinnats de chaque classe d'âge parvenant à maturité et proportion remontant au cours de chaque intervalle de 15 jours.

Âge	Proportion à maturité	Intervalle	Proportion à la remonte
1	0,0	Deuxième moitié de juillet	0,05
2	0,03	Première moitié d'août	0,1
3	0,4	Deuxième moitié d'août	0,1
4	0,8	Première moitié de septembre	0,15
5	1,0	Deuxième moitié de septembre	0,2
		Première moitié d'octobre	0,2
		Deuxième moitié d'octobre	0,1
		Première moitié de novembre	0,05
		Deuxième moitié de novembre	0,05

à maturité qui remontent durant la semaine j et si N_i constitue le nombre de quinnats d'âge i, la remonte hebdomadaire REMONTE$_{ij}$ est calculée par l'équation :

$$\text{REMONTE}_{ij} = P_i \cdot R_j \cdot N_i$$

Ce calcul n'est pas exact puisqu'il y une mortalité naturelle et due à la pêche entre les intervalles considérés lors de la simulation. Cependant, après l'examen des données disponibles, nous avons retenu cette formule car elle semble une approximation raisonnable de la maturation et de la remonte. Le tableau 6.1 montre la proportion de quinnats de chaque classe d'âge parvenant à maturité et la proportion remontant au cours de chaque intervalle de 15 jours.

Émigration

Les quinnats quittant le détroit de Géorgie sont traités séparément dans le modèle de la même façon que les cohos. La mortalité naturelle et par la pêche reste inchangée lors de nos passages-machine.

Taux d'exploitation à l'embouchure

Les données avancées dans l'appendice A montrent que 68 % des quinnats quittant les eaux salées sont capturés par la pêche à l'embouchure.

CHAPITRE 7

Méthode d'estimation récursive

Nous décrivons dans le présent chapitre la méthode employée pour calculer les coefficients de possibilité de prise et la population des cohortes originales. Dans le modèle général, nous prenons pour acquis que la population de toute cohorte à la fin de tout intervalle de 15 jours est égale à la population au commencement de l'intervalle moins la prise sportive et commerciale, la mortalité naturelle, l'émigration, la mortalité chez les poissons rejetés et le départ des sujets qui remontent frayer pendant l'intervalle considéré. Mathématiquement, cela s'exprime de la façon suivante :

$$N_{t+1} = N_t - C_s - C_c - D_n - H - O - S \tag{7.1}$$

où :

- N_{t+1} = population de la cohorte à la fin de l'intervalle de 15 jours
- N_t = population de la cohorte au commencement de l'intervalle
- C_s = prise sportive
- C_c = prise commerciale
- D_n = mortalité naturelle
- H = mortalité chez les poissons rejetés
- O = départ d'émigrants
- S = poissons qui remontent frayer.

En outre, employant l'équation des prises sous forme linéaire (essentiellement équivalente aux équations (5.8) et (5.9) avec un faible taux de mortalité), nous savons que :

$$C_s = N_t \times E_s \times q_s$$
$$C_c = N_t \times E_c \times q_c \tag{7.2}$$

où :

- E_s = effort de pêche sportive
- E_c = effort de pêche commerciale
- q_s = coefficient de possibilité de capture sportive
- q_c = coefficient de possibilité de capture commerciale.

Notre principal objectif était d'estimer q_s et q_c puisque nous connaissions la plupart des autres variables. Plus précisément, l'effort et la prise (C_s, C_c, E_s et E_c) sont mesurables (voir les sections concernant la pêche sportive et commerciale pour les détails), le nombre de reproducteurs par intervalle de temps est connu (chapitre 6), tandis que le taux d'émigration et le taux de mortalité sont estimés séparément de telle sorte que le nombre de sujets émigrés et morts peut être déduit directement à partir de N.

Les inconnues sont donc la mortalité chez les poissons rejetés, les populations et les coefficients de possibilité de prise. La mortalité chez les poissons rejetés a été estimée de la façon suivante : la taille moyenne des quinnats et des cohos a été établie à partir d'échantillonnages à la ligne traînante et à la senne (fig. A.3, A.4). Le coefficient de variation est de l'ordre de 0,1 pour toutes ces données. Nous pouvons donc calculer la proportion des poissons de tout âge donné au-dessus ou au-dessous de la limite de taille. Ainsi, à supposer que 0,1 % des cohos soient au-dessus de la taille limite en septembre de la première année en mer et que 50 cohos de taille réglementaire sont débarqués en septembre, on sait alors que 49 950 poissons trop petits ont été rejetés à l'eau. Quand il y a une faible proportion des poissons de taille réglementaire, de minces changements apportés aux prises estimées font considérablement varier le nombre estimé de poissons rejetés en mer.

Donc, le nombre de poissons capturés, libérés et mourant en mer au temps t, soit H, est déduit par l'équation suivante :

$$H = \left(\frac{C_s}{L_s} - C_s\right) P_s + \left(\frac{C_c}{L_c} - C_c\right) P_c \tag{7.3}$$

où L_s est la proportion des sujets d'âge t au-dessus de la taille limite de pêche sportive, L_c est la proportion des poissons d'âge t au-dessus de la limite de taille pour la pêche commerciale, P_s est le taux de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche sportive et P_c, le taux de mortalité des poissons rejetés à la pêche commerciale. Pour trouver q_s il faut connaître N_t. Fort heureusement, nous pouvons retracer tout le cycle évolutif d'une cohorte en effectuant les calculs à rebours puisque la population de tout âge doit être égale à la somme de sa population future, des reproducteurs, des sujets capturés, de la mortalité et du nombre d'émigrants. Pour permettre ce recul dans le temps, l'équation de base est écrite de la façon suivante :

$$N_{t-1} = N_t + C_s + C_c + D_n + H + O + S \tag{7.4}$$

Partant du dernier intervalle de 15 jours dans le cas d'une cohorte donnée, nous pouvons estimer les valeurs de N de façon récursive. N étant connu, nous pouvons alors calculer les diverses valeurs de q (ce qui inclut les poissons rejetés). Il s'agit essentiellement d'une «analyse des cohortes» du type de celle mise au point par Pope (1972) et appliquée la première fois au saumon par Johnson (1974).

TABLEAU 7.1 Application de l'estimation récursive dans le cas du quinnat.

Intervalle	Population	Prise sportive	Remonte	Mortalité naturelle	Effort sportif	Coefficient de possibilité de prise sportive
120	0	0	—	0	0	0
119	0	0	—	0	0	0
118	209	0	206	3	0	0
117	418	0	206	3	0	0
116	998	23	550	7	18 888	$1{,}2 \times 10^{-6}$
115	2 136	23	1 100	16	18 888	$0{,}57 \times 10^{-6}$

Le tableau 7.1 montre un exemple de ce type de résolution pour les six derniers intervalles d'une cohorte. Comme il n'y a aucune pêche commerciale à la traîne durant l'époque considérée et qu'il n'y a pas d'émigration, les calculs sont fort simples. Cette méthode de calcul permet de remonter jusqu'à la formation d'une cohorte et d'en évaluer la population originale. On emploie cette méthode pour dériver les coefficients de possibilité de capture q_s et q_c et pour estimer la population originale des cohortes considérées dans le chapitre précédent.

Nous l'avons mentionné au chapitre 6, il y a beaucoup d'incertitude concernant le taux de mortalité naturelle, qui influence la population d'une cohorte dans nos méthodes de calcul à rebours et donc, q_s et q_c. Nous avons doublé et réduit de moitié le taux de mortalité naturelle et n'avons observé que des changements négligeables des coefficients de possibilité de prise q_s et q_c.

CHAPITRE 8

Effort de pêche sportive et possibilité de prise

Vulnérabilité aux engins de pêche sportive

La prise sportive et la mortalité qui y est attribuée peuvent être estimées au moyen de l'équation générale de prise définie plus tôt pourvu que nous puissions employer dans l'équation une estimation exacte du taux instantané de pêche F_{si} de chaque cohorte i. On imagine que ce coefficient varie avec l'espèce, l'âge et la saison. Nous avons choisi de reprendre les hypothèses habituelles de modélisation des pêches, soit que F_{si} peut être estimé par l'équation :

$$F_{si} = q_{si} E_s \tag{8.1}$$

où :

E_s constitue l'effort de pêche sportive (en bateaux-jours) de tout intervalle de 2 sem,

q_{si} est le coefficient de possibilité de prise qu'on peut interpréter le plus simplement comme étant la fraction de la population capturée au cours d'une activité unitaire de pêche.

Quand un seul bateau peut capturer en moyenne un poisson par jour parmi un stock d'un million, alors, $q = 10^{-6}$. On peut aussi interpréter ce coefficient comme étant le volume ou la superficie océanique balayée par un bateau au cours d'une journée moyenne de pêche multiplié par la probabilité de capturer chaque poisson qui s'aventure à l'intérieur du volume ou de la superficie considérée.

Les coefficients de possibilité de prise retenus dans notre modèle ont été estimés par la méthode régressive de calcul à rebours décrite au chapitre 7. Les résultats sont donnés dans la figure 8.1. La période observée dans le cas du quinnat montre que les sujets âgés de 2 ans à 5 ans ont sensiblement le même comportement. Ils sont plus vulnérables en hiver et moins à la fin de l'été. À l'inverse, le coho devient de plus en plus vulnérable et surtout au cours du deuxième été. Peut-être la faible possibilité de prise du quinnat au cours de l'été tient-elle à l'arrivée massive de pêcheurs à la ligne inexpérimentés ou défavorisés de toute autre façon ou encore, à une distorsion agissant de façon à tenir un nombre accru de bateaux à l'écart de «points chauds» très particuliers juste comme l'effort total est accru. La deuxième possibilité aurait une profonde influence sur l'adoption des règlements puisque l'effort accru de pêche faisant suite à la mise en valeur du saumon n'aurait pas automatiquement d'effets délétères. À l'inverse, le coho est plus vulnérable quand la pêche bat son plein. Nous l'avons dit, les variations saisonnières de la possibilité de prise ne sont liées à aucune hypothèse faisant intervenir la mortalité naturelle.

L'hypothèse la plus plausible pourrait s'énoncer comme suit : l'été venu, beaucoup de pêcheurs adoptent une autre technique de pêche pour tenter de capturer le coho, ce qui fait paraître le quinnat moins vulnérable et le coho plus vulnérable. Notre modèle ne reflète pas directement ce changement d'habitude; les coefficients affichés dans la figure 8.1 sont employés pour tous les calculs, quelle que soit l'importance des stocks et de l'effort de pêche total. Le modèle risque de livrer des prévisions très erronées car le rapport du nombre des cohos à celui des quinnats diffère beaucoup du rapport actuellement employé; la plupart des pêcheurs agiraient de telle façon que le coefficient de possibilité de prise du quinnat reste élevé l'année durant s'il y avait très peu de coho. Par conséquent, la prise du quinnat serait plus élevée que nous ne l'aurions prévu.

Effort de pêche sportive

Il existe deux hypothèses extrêmes pour prévoir l'effort de pêche (E_s) au cours de tout intervalle donné de 2 sem. Dans le premier cas, l'effort est déterminé par le jeu des facteurs psychologiques, sociologiques et économiques. (la période de vacances, par exemple) et sont essentiellement

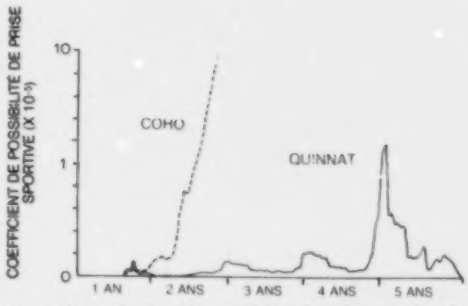


FIG. 8.1 Coefficient de possibilité de prise sportive du coho et du quinnat. En abscisses le 31 décembre de chaque année est marqué d'un trait.

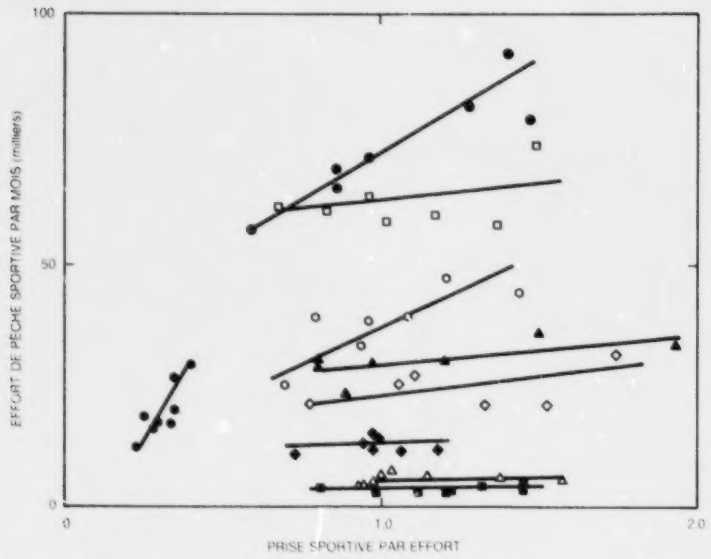


FIG. 8.2 Rapports entre l'effort de pêche sportive d'un mois et la prise par effort du même mois. Différents symboles sont employés pour différents mois. Les droites sont produites par régression, par la méthode des moindres carrés, pour chaque mois.

indépendants de l'abondance du poisson. Le cas échéant, il nous suffirait d'appliquer la courbe annuelle des activités à tous nos calculs en prévoyant peut-être une légère hausse d'une année à l'autre. Beaucoup d'évaluations intuitives des règlements prennent cette hypothèse en compte. Dans la deuxième hypothèse, les pêcheurs sportifs ne réagissent pas seulement aux facteurs mentionnés, mais aussi à l'abondance du poisson. Dans ce cas, nous devrions faire augmenter l'effort de pêche en proportion de l'augmentation du nombre de poissons dans le modèle. Les conséquences de ce choix sur le plan réglementaire pourraient être considérables : par exemple, le relèvement des limites de taille permettrait de protéger des poissons dans un premier temps, mais l'abondance accrue des groupes d'âge suivants pourrait provoquer une telle augmentation de l'effort de pêche que les activités de protection seraient vaines.

Les données connues ne jettent pas beaucoup de lumière (fig. 8.2). Pour certains mois de l'année, l'abondance accrue (décelée par l'accroissement de la prise par rapport à l'effort) semble avoir été accompagnée d'un effort accru de pêche lors des dernières années. En outre, différents témoignages indiqueraient que les pêcheurs réagissent beaucoup à l'augmentation et à la diminution du nombre de poissons dans certaines pêcheries : à preuve, la

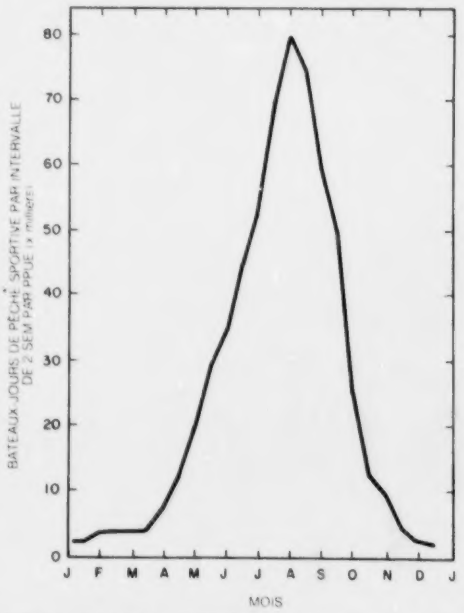


FIG. 8.3 Variation saisonnière de la réponse aux variations du coefficient de prise.

récolte miracle de quinnats dans la région de la pointe Grey-Inlet Burrard au cours de l'hiver 1976-1977. La plupart des pêcheurs font valoir que quand il n'y a pas beaucoup de bateaux dans un secteur, c'est que la pêche n'y est pas bonne.

Nous avons décidé d'incorporer au modèle deux hypothèses opposées concernant l'effort de pêche. Dans un premier cas, celui-ci est fixé à des niveaux connus, dans le deuxième, il est proportionnel à la prise par effort de l'intervalle précédent (2 sem). Cette deuxième hypothèse signifie qu'il n'y a pas de pêcheurs quand il n'y a pas de poissons et qu'il n'y a pas de limites supérieures à l'effort de pêche quand il y a beaucoup de poissons. La deuxième hypothèse est introduite dans le modèle sous forme de variations saisonnières de coefficients de proportionnalité (fig. 8.3) ou d'effort marginal, où le coefficient correspondant à tout intervalle donné de 2 sem est égal à l'effort à l'intérieur dudit intervalle que susciterait une prise par effort de 1,0 au cours de l'intervalle précédent.

Mortalité chez les poissons rejetés à l'eau par les pêcheurs sportifs

Cette forme de mortalité est égale au produit du nombre de poissons rejetés par la proportion de ceux qui en meurent, diversement estimée entre moins de 1 % et 71 % (Appendice A). La plus grave lacune dans les données touche au nombre des petits poissons capturés durant les premiers mois en mer quand il y a encore trop peu de poissons de toute cohorte donnée ayant atteint la taille réglementaire pour permettre d'établir une estimation de la vulnérabilité à partir de la prise réglementaire. Nous avons donc supposé tout simplement que la vulnérabilité s'accroît de façon linéaire entre la fin de l'été et la première année en mer, tant dans le cas du quinnat que dans celui du coho jusqu'en janvier suivant, moment vers lequel les prises signalées deviennent assez importantes pour permettre d'établir des estimations fiables via notre méthode de calcul à rebours.

CHAPITRE 9

Sous-modèle de la pêche commerciale à la traîne

Deux facteurs déterminent la capacité réelle de pêche de la flotte commerciale à la traîne : le nombre de bateaux en activité et la capacité de chacun. Il n'y a pas toujours le même nombre de bateaux en activité au cours d'une saison donnée parce que ceux-ci peuvent être regroupés ou séparés et d'une année à l'autre, de nouveaux bateaux peuvent être armés ou d'anciens mis au rancart. Notre modèle ne tient compte que des variations saisonnières. Il est supposé que la flotte pêchant dans le détroit reste la même d'une année à l'autre. On peut également classer les variations du niveau de pêche par bateau-jour en variations à court terme et à long terme. Au cours d'une saison, la capacité de prise peut changer parce que 1) il y a plus ou moins de poissons, 2) les pêcheurs changent la profondeur de pêche, changent d'armement ou se déplacent et 3) les poissons ne sont pas toujours aussi vulnérables. L'achat de nouveaux engins de pêche entre les saisons peut améliorer le rendement. Encore une fois, le modèle ne tient compte que des variations saisonnières de la capacité de pêche. Les mécanismes économiques à long terme n'ont pas encore été étudiés.

Durée de la saison et limite de taille

Depuis 1965, la pêche à la traîne dans le détroit est permise entre le 15 avril et le 30 septembre pour le quinnat et entre le 1er juillet et le 30 septembre pour le coho. Ce sont les durées employées dans le modèle, avec des limites de longueur de 18 et de 15 po pour le quinnat et le coho, respectivement, comme valeurs nominales. D'autres durées et d'autres limites de longueur sont testées lors de différents passages-machine.

Nombre de bateaux

L'examen des données connues de la prise et de l'effort de pêche à la traîne montre qu'il est possible de les prévoir. Les résultats ont été obtenus par compilation des fiches de vente transmises à Pêches et Océans par les pêcheurs. La prise de quinnats et de cohos en nombre de poissons et l'effort de pêche en jours ont été calculées par mois durant la saison de pêche pour les zones 13–18, 29A, 29B et 29C. Les données ont ensuite servi à

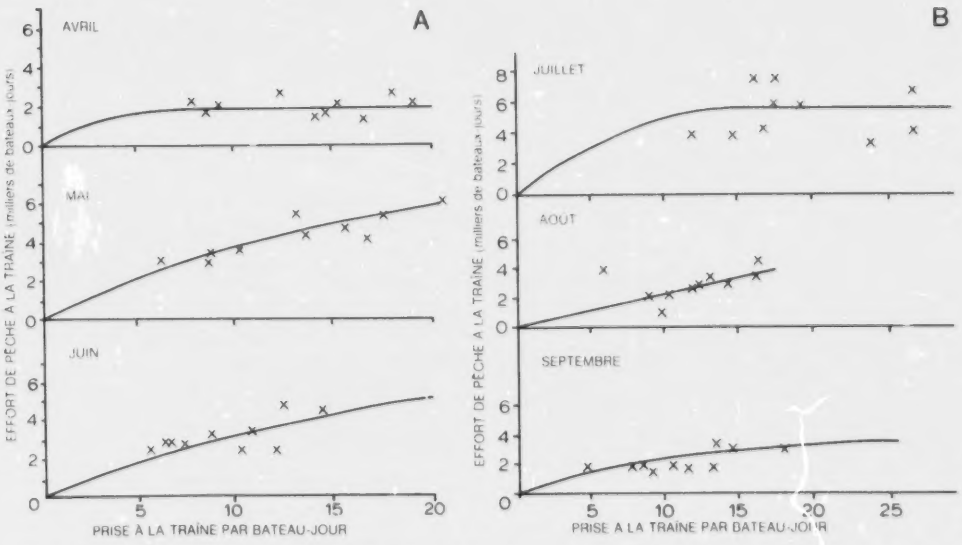


FIG. 9.1 Résultats antérieurs (1967–1976) de la prise à la traîne par bateau-jour (nombre de quinnats et de cohos) par rapport à l'effort de pêche à la traîne (en milliers de bateaux-jours). Graphique de l'équation utilisée dans le modèle.

dériver des équations prise-effort par mois. Cela suppose que l'information circule parmi les pêcheurs et que les mois au meilleur rendement de prise bateau-jour attirent davantage de pêcheurs dans le détroit. Bien sûr, le nombre de bateaux à se rendre ou pouvant se rendre dans le détroit est limité, ce qui fait que le rapport est asymptotique. La figure 9.1 présente les résultats compilés par mois de 1967 à 1976.

Ce sont les équations employées dans le modèle pour mettre en relation la prise par bateau-jour de chaque intervalle simulé de 15 jours et l'effort de peche à la traîne de l'intervalle suivant. Ainsi, au lieu d'employer simplement une courbe moyenne observée de bateaux-jours, nous avons généré les différentes valeurs de cette variable en nous appuyant sur la prise calculée lors d'un intervalle précédent.

Commençant en juin et en juillet, quelques pêcheurs commerciaux à la traîne abandonnent les eaux du détroit pour aller pêcher au large de la côte ouest de l'île Vancouver. Ce phénomène n'a pas à être calculé explicitement dans le modèle car nous avons tenu compte de ses effets qui se répercutent dans les résultats antérieurs employés pour calculer les relations entre l'effort et la prise de l'intervalle précédent. Les rapports calculés pour août et septembre donnent à la courbe une forme moins asymptotique que de mai à juillet, ce qui correspond au nombre inférieur de bateaux dont les propriétaires sont intéressés à pêcher dans le détroit au cours des derniers mois.

Par hypothèse, 2 000 bateaux-jours (effort moyen entre 1972 et 1976) sont employés dans les deux premières semaines d'ouverture de la saison à la traîne. Il faut supposer un certain nombre de bateaux en début de saison pour générer une prise par effort, donc la présence d'un certain nombre de bateaux durant l'intervalle suivant. Le modèle réagit très peu à notre hypothèse de 2 000 bateaux-jours puisque la prise par bateau est presque totalement indépendante de leur nombre.

Capacité de pêche

Nous l'avons décrit au chapitre 7, nous avons employé une méthode récursive d'estimation des coefficients de possibilité de prise à partir des données de prise, d'effort, de mortalité naturelle et de remonte. La figure 9.2 donne le coefficient de possibilité de prise, q_{ci}, estimé grâce à cette méthode. Les quinnats de 3 et 4 ans ont un coefficient q de plus en plus bas à mesure que la saison progresse et qui s'apparente à la variation des coefficients de prise sportive. Nous l'avons dit, le nombre de poissons est une variable pouvant modifier la capacité de prise mais puisque que q_{ci} est défini en termes de prises par effort de pêche par poisson disponible, l'abondance du poisson est déjà prise en compte. Il reste donc trois raisons pour expliquer l'importante diminution des coefficients de possibilité de prise au cours de la saison des quinnats appartenant à ces groupes d'âge :

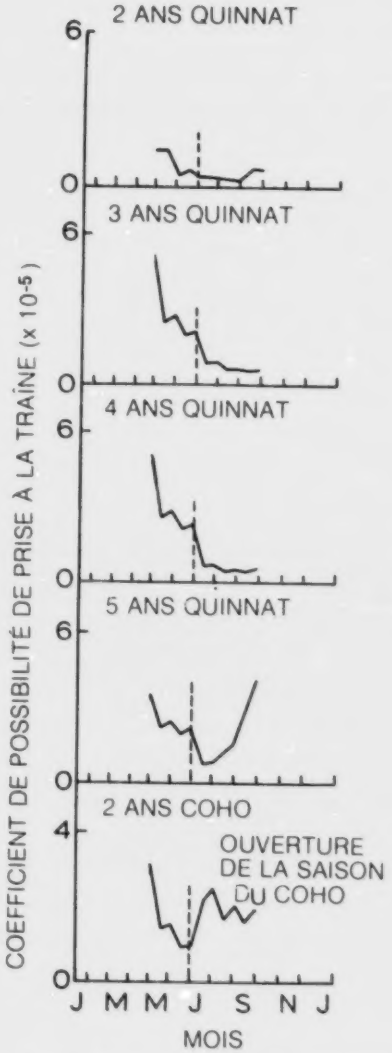


FIG. 9.2 Coefficients de possibilité de capture commerciale à la traîne estimés selon une méthode d'estimation à rebours et employés dans le modèle. La ligne pointillée verticale correspond à l'ouverture de la saison du coho aux pêcheurs commerciaux à la traîne, le 1er juillet.

1) Les pêcheurs peuvent changer de comportement au cours de l'année. Différents engins sont employés à différentes profondeurs et la flotte peut se déplacer au cours de l'année.

2) Le poisson peut modifier son comportement. Il peut se diriger en profondeur et moins se nourrir à mesure qu'il prend de la maturité et devenir ainsi moins vulnérable, ou encore, il peut se déplacer vers d'autres secteurs du détroit.

3) La récolte peut concourir à modifier le taux puisque les poissons les plus vulnérables sont capturés les premiers. À mesure que la saison progresse, la population restante compte de plus en plus de poissons moins vulnérables.

Pour l'instant, nous parvenons mal à départager ces trois facteurs. Le changement de comportement des pêcheurs est montré à la figure 9.2 par le fait que les quinnats de 3, 4 et 5 ans ont un coefficient de possibilité de prise qui diminue nettement au moment où s'ouvre la saison de pêche à la traîne du coho (le 1er juillet, tandis que le coefficient q_{ci} du coho double de valeur au même moment. Le q_{ci} du coho avant le 1er juillet est à partir de résultats antérieurs remontant aux années où la saison ouvrait plus tôt. Rapproché aux données sur la distribution des engins de pêche (Argue et Pitre 1972), ce fait tend à montrer que les pêcheurs passent à l'équipement ou aux pêcheries les plus propices à la récolte du coho. En examinant les coefficients estimés de possibilité de prise entre 1951 et 1955 (quand la pêche à la traîne du quinnat était ouverte toute l'année et que celle du coho était ouverte du 1er juin au 30 novembre), nous avons trouvé un changement abrupt du taux le 1er juin. Les résultats n'étaient pas concluants. Jusqu'ici, aucune hypothèse ne semble l'emporter. Faute d'indices contraires, nous avons supposé que les variations saisonnières du coefficient étaient largement déterminées par des changements de comportement du poisson et donc, étaient strictement liées à des considérations chronologiques.

Nous aurions sans doute intérêt à porter notre attention sur les causes des changements de valeur de ces coefficients. Les prévisions livrées par le modèle sur l'effet du raccourcissement des saisons à la traîne risquent d'être fausses si, par exemple, la capture au début de la saison des poissons les plus vulnérables s'avère être le phénomène le plus important. Si c'était le cas en réalité, le modèle se trouverait à sous-estimer le nombre de quinnats capturés à l'intérieur des nouvelles saisons. De la même façon, en retardant l'ouverture de la saison du coho et si les pêcheurs passent à d'autres types d'engins ou à d'autres pêcheries à compter de la nouvelle date, ici encore, le modèle tablerait sur des coefficients sous-estimés de possibilité de prise du quinnat et les prises seraient elles-mêmes sous-estimées. Dans le cas du coho, cependant, ce serait le contraire et les prises seraient surestimées.

Mortalité chez les poissons rejetés

Des poissons de longueur différente sont capturés par les pêcheurs à la traîne. Ceux qui n'ont pas la longueur limite sont des «shakers» et il est estimé que 30 à 50 % de ceux-ci meurent au cours de l'intervalle suivant de 15 jours, selon que les hypothèses sont pessimistes ou optimistes. Nous avons choisi 30 % comme valeur nominale.

CHAPITRE 10

Indicateurs et scénarios de gestion

Toute analyse de gestion ou, en fin de compte, toute activité gestionnaire, n'a aucune signification si elle n'est pas accompagnée d'objectifs déclarés; aucun objectif n'a été formulé dans le cas des pêcheries du détroit de Géorgie. Le grand nombre de conflits opposant les intervenants rend difficile, voire impossible, l'énoncé d'un bloc simple d'objectifs qui pourraient faire l'unanimité. Cependant, il y a bien une dimension du problème sur laquelle tout le monde s'entend, celle de la conservation. Parvenir à une meilleure remonte constitue un objectif simple au-delà duquel commencent la confusion et les conflits.

Quand on veut que davantage de poissons survivent à la pêche, quel groupe doit-on pénaliser? Quels poissons doit-on protéger? En relevant la taille minimum des poissons pour la pêche sportive afin de constituer une population comptant davantage de poissons plus âgés et plus gros, est-ce que la diminution escomptée du succès obtenu par les pêcheurs novices (qui capturent habituellement des poissons plus petits) est contrebalancée par les succès accrus des pêcheurs expérimentés sans qu'il y ait beaucoup plus de poissons qui remontent frayer? Il s'agit bien de parvenir à un nouvel équilibre entre les groupes d'utilisateurs; la quote-part réservée pour la remonte est destinée à servir les intérêts des utilisateurs éventuels considérés comme un groupe composite. Nous n'offrons pas de solutions concernant ce rééquilibrage. Cependant, nous proposons tout un train de mesures de gestion pour apporter différentes solutions à certains des conflits. Nous souhaitons que le lecteur averti juge par lui-même de ce que serait un partage équitable.

Bien que le modèle porte avant tout sur la pêche sportive et sur la pêche commerciale à la traîne du détroit de Géorgie, nous avons quand même tenté de tenir compte de la pêche à l'embouchure au filet et de la pêche de subsistance par les Indiens, ainsi que de la pêche commerciale hors des eaux du détroit. Nous avons cependant cantonné notre analyse détaillée des règlements à la situation touchant à la pêche à la ligne et hameçon du détroit. Tous les règlements considérés ici sont conçus pour limiter les pêcheurs sportifs et les pêcheurs à la traîne, mais nous nous gardons bien de porter des jugements sur quelque groupe que ce soit. La réglementation testée avec le modèle correspond strictement à la portée de notre étude. Par contre, si on trouve nécessaire de protéger le quinnat et le coho dans le détroit, il est normal que les sportifs et les pêcheurs à la traîne participent à l'effort, de sorte que les règlements envisagés dans ces pages seront nécessaires.

Toute analyse de gestion doit se fonder sur un ensemble d'indicateurs permettant d'évaluer les conséquences de différentes mesures adoptées. Les valeurs théoriques obtenues par ces indicateurs permettent de mesurer dans quelle mesure les objectifs ont été atteints. Quand on s'attaque à un problème aussi complexe que celui de la pêche dans le détroit, on risque d'avoir à considérer un grand nombre d'indicateurs. Cependant, la prise en compte de tous les détails et de toutes les préoccupations particulières serait improductive ou même impossible. Nous avons tenté de réunir un petit groupe d'indicateurs aisément compréhensibles pour juger des traits dominants de la pêche dans le détroit. Cet ensemble est forcément incomplet, mais nous espérons avoir évité le piège de la gestion à courte vue fondée sur des indicateurs particuliers (p. ex., ne s'occuper que de la remonte, ne s'occuper que de la prise selon l'effort de pêche), sans tomber dans l'excès contraire, soit une image tellement complexe qu'on ne peut rien en tirer.

Nous avons créé trois catégories d'indicateurs : 1) les renseignements touchant à la dynamique des populations ichtyennes; 2) la mesure de la performance atteinte par la pêche commerciale; et 3) la mesure de la performance atteinte par la pêche sportive. L'ensemble suivant d'indicateurs a été employé tout au cours de nos travaux et représente bien les intérêts de la plupart des intervenants.

1) Remonte du quinnat : remonte annuelle dans les cours d'eau alimentant le détroit des quinnats dont la vie en mer s'est principalement déroulée dans le détroit.

2) Remonte du coho : remonte annuelle dans les cours d'eau alimentant le détroit des cohos ayant surtout vécu dans le détroit.

3) Mortalité des quinnats rejetés en mer : mortalité annuelle totale de quinnats capturés et rejetés en mer par les pêcheurs à la traîne et par les pêcheurs sportifs du détroit.

4) Mortalité parmi les cohos rejetés en mer : mortalité annuelle totale des cohos capturés et rejetés en mer par les pêcheurs à la traîne et les pêcheurs sportifs du détroit.

5) Prise totale à la traîne : prise annuelle débarquée de quinnats et de cohos, en nombre de poissons, par les pêcheurs commerciaux à la traîne du détroit.

6) Prise à la traîne du quinnat : prise annuelle débarquée de quinnats, en nombre de poissons, par

les pêcheurs commerciaux à la traîne du détroit.

7) Prise à la traîne du coho : prise annuelle débarquée de cohos, en nombre de poissons, par les pêcheurs commerciaux du détroit.

8) Effort de pêche à la traîne : nombre de bateaux-jours de pêche commerciale à la traîne par année dans le détroit.

9) Prise à la traîne par unité d'effort : prise moyenne par unité d'effort de pêche commerciale à la traîne dans le détroit, exprimée en nombre de quinnats et de cohos par bateau-jour (voir 5 à 8).

10) Valeur débarquée des prises à la traîne : valeur annuelle débarquée de quinnats et de cohos capturés à la pêche commerciale à la traîne et estimée à partir des prix moyens de 1976.

11) Valeur de la pêche à la traîne par bateau-jour : valeur moyenne de la prise débarquée en dollars par bateau-jour (rapport de (10) à (8) ci-dessus).

12) Poids moyen du quinnat capturé à la traîne : poids moyen annuel des quinnats capturés dans le détroit à la pêche commerciale à la traîne, en livres.

13) Prise sportive totale : prise annuelle de quinnats et de cohos, en nombre de poissons, capturés à la pêche sportive dans le détroit.

14) Prise sportive de quinnats : prise annuelle de quinnats, en nombre de poissons, capturés dans le détroit à la pêche sportive en eaux à marée.

15) Prise sportive de cohos : prise annuelle de cohos, en nombre de poissons, dans les eaux à marée du détroit par les pêcheurs sportifs.

16) Effort de pêche sportive : nombre annuel de bateaux-jours consacrés à la pêche sportive dans le détroit.

17) Prise à la pêche sportive par unité d'effort : prise annuelle moyenne par unité d'effort à la pêche sportive dans le détroit (rapport de (13) à (10) ci-dessus).

18) Valeur de la pêche sportive : mesure de la valeur récréative annuelle totale de la pêche sportive. Cette question soulève de grosses difficultés. Toutes les tentatives d'évaluer en dollars des activités qui n'ont pas de valeur marchande sont insatisfaisantes. La méthode que nous avons retenue consiste à attribuer une valeur de 25 $ à chaque bateau-jour de pêche sportive au cours de l'été (d'avril à septembre) et de 15 $ durant l'hiver (d'octobre à mars); on tient compte implicitement de l'effet multiplicateur de la location de bateaux, de l'achat d'engins de pêche et d'autres formes d'activité économique résultant de la pêche sportive. Le choix de ces deux valeurs a été effectué par le personnel du service économique de Pêches et Océans.

19) Poids moyen du quinnat capturé à la pêche sportive : poids moyen annuel des quinnats capturés dans les eaux à marée du détroit par des pêcheurs sportifs, en livres.

20) Prise à l'embouchure de quinnats, en nombre : nombre de quinnats récoltés à la senne et aux filets maillants dans l'embouchure des rivières.

21) Prise à l'embouchure au filet du coho : coho récolté à la senne et aux filets maillants dans l'embouchure des rivières.

22) Prise sportive de quinnats en rivière et prise à l'embouchure par les Indiens : nombre de poissons capturés en eau douce chaque année par ces groupes de pêcheurs.

23) Prise sportive de cohos en eau douce et prise à l'embouchure par les Indiens : nombre total de cohos capturés en eau douce chaque année par ces groupes de pêcheurs.

Les données de sortie sont plus ou moins détaillées. Ainsi, on peut examiner l'effet d'un changement réglementaire 1) sur la structure d'une cohorte à intervalle de 15 jours, 2) sur la structure mensuelle des âges de la partie récoltée ou 3) sur la récolte annuelle de cohos et de quinnats à tous les âges. Il y a beaucoup de possibilités de combinaison et de découplage des facteurs tels l'effort de pêche, les prises, la remonte et les taux de mortalité. Cependant, nous avons trouvé que les prévisions à l'échelle annuelle faisant intervenir un petit nombre d'indicateurs permettaient de comparer efficacement la plupart des réglementations envisagées; les gestionnaires ont rarement demandé des résultats plus détaillés, sauf quand ils mettaient le modèle en doute. Il reste que l'étude des différences saisonnières induites par les «meilleures» et par les «pires» mesures a été un exercice instructif. Souvent, les comparaisons détaillées mettant en évidence l'existence de lacunes et d'incertitudes au niveau des informations.

Il serait beaucoup trop long d'énoncer, de formuler et d'examiner les différentes prévisions à tous les niveaux par les nombreux changements réglementaires possibles, sans compter la chaîne sans fin des tableaux d'accompagnement. Nous avons préféré nous limiter à un petit sous ensemble de résultats dans l'espoir qu'il informera le lecteur sur le modèle et qu'il répondra aux attentes de presque tout le monde.

Résultats produits avec les valeurs nominales

Les figures 10.1 et 10.2 présentent des résumés de l'évolution simulée de cohortes formées de quinnats et de cohos et constituent notre meilleure évaluation à l'heure actuelle des stocks et de la réglementation. On peut comparer ces résultats aux données nominales sur l'effort, la prise et la remonte en appendice A; cependant, notre méthode d'estimation à rebours constitue une garantie de la concordance des résultats nominaux et des don-

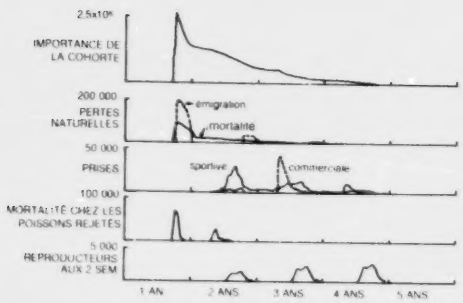


FIG. 10.1 Résumé d'une cohorte de quinnats simulée lors d'un passage-machine dans les conditions nominales. La figure montre l'importance de la cohorte, la mortalité naturelle, la prise commerciale et sportive, la mortalité chez les sujets rejetés et le nombre de poissons quittant le détroit de Géorgie. Les abscisses correspondent au 31 décembre de chaque année.

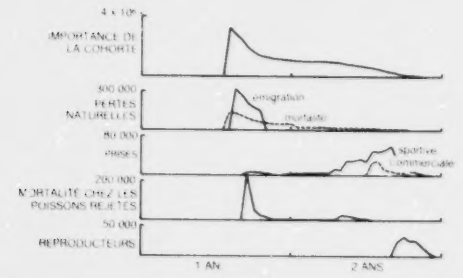


FIG. 10.2 Résumé d'une cohorte de cohos simulée lors d'un passage-machine dans les conditions nominales. La figure montre l'importance de la cohorte, la mortalité naturelle, la prise commerciale et sportive, la mortalité chez les sujets rejetés et le nombre de poissons quittant le détroit de Géorgie. Les abscisses correspondent au 31 décembre de chaque année.

nées d'entrée, et il est normal de s'attendre à un accord avec les données d'entrée.

Le modèle «prévoit» la répartition des recrues selon les catégories données au tableau 10.1. Les numéros 1 à 4 n'ont pas été mesurés directement et devraient faire l'objet d'un examen attentif de la part de quiconque veut juger de la crédibilité du modèle. Il est à remarquer, notamment, que le modèle compte 25 quinnats et 11 cohos recrues par reproducteur (tableau 10.1) pour garder les stocks au même niveau en supposant que les migrateurs et les résidants se mélangent librement. À supposer que ce rapport soit trop élevé, alors le modèle se trouve à prévoir un déclin déjà amorçé des stocks sauvages ou encore, cela signifie que le taux de mortalité naturelle est beaucoup plus faible.

L'important pic des poissons rejetés observé à la figure 10.1 et dans le tableau 10.2 montre qu'il a fallu attraper une énorme quantité de petits quinnats et cohos pour expliquer comment les pêcheurs ont pu débarquer le nombre de poissons de 1 an de longueur réglementaire. Ainsi, quand 0,1 % des cohos a la taille limite au 1er septembre (par exemple), alors 999 poissons sont rejetés pour chaque poisson gardé. Évidemment, cet aspect est étroitement lié au débarquement estimé de poissons de longueur permise quand la population a une grandeur moyenne encore inférieure à la limite.

TABLEAU 10.1 Le modèle «prévoit» la répartition des recrues vers diverses destinations (en millions). Données complètes pour les stocks résidant à l'intérieur.

	Quinnat	Coho
1. Total des recrues dans l'océan	2,80 (sept.)	3,35 (juillet)
2. Émigration[a]	1,00	1,12
3. Mortalité chez les poissons rejetés	0,20	0,35
4. Mortalité naturelle	0,94	1,11
5. Prise sportive	0,34	0,47
6. Prise à la traîne	0,21	0,087
7. Prise à l'embouchure	0,077	0,078
8. Remonte parmi les résidants	0,036	0,133

[a]Reviennent plus tard pour contribuer à la remonte de 0,078 de quinnats, 0,171 de cohos et de prises à l'embouchure.

Autres scénarios de gestion

Les tableaux 10.2 à 10.5 montrent certaines prévisions correspondant à l'adoption de certaines mesures gestionnaires quand on retient des hypothèses extrêmes concernant deux valeurs mal connues : la mortalité chez les poissons rejetés et la réaction de l'effort de pêche sportive. La première ligne de chaque tableau donne le résultat de la simulation nominale ou de base correspondant aux conditions actuelles. Il faut l'employer comme ligne de référence pour les indicateurs dont la valeur change selon le scénario choisi. Il faut remarquer qu'en valeur absolue, les prévisions risquent d'être inexactes. Cependant, il est certain que les tendances observées et que les écarts relatifs des indicateurs par rapport à la normale correspondent assez fidèlement aux conséquences réelles qu'auraient les différentes mesures considérées.

TABLEAU 10.2 Simulation des effets obtenus par l'adoption des divers règlements dans l'hypothèse d'une mortalité de 50 % des poissons capturés et rejetés à la pêche à la traîne, de 80 % de mortalité des poissons capturés et rejetés à la pêche sportive, avec la réaction de l'effort de pêche sportive.

50 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche à la traîne 80 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche sportive Réaction de l'effort de pêche sportive		Populations				Pêche commerciale à la traîne						Pêche sportive						Pêche à l'embouchure			
		Remonte de quinnats	Remonte de cohos	Mortalité chez les quinnats rejetés	Mortalité chez les cohos rejetés	Quinnats capturés à la traîne	Cohos capturés à la traîne	Effort de pêche à la traîne	Poids moyen des quinnats, pêche à la traîne (lb)	Valeur de la prise à la traîne débarquée ($)	Valeur par bateau-jour ($)	Quinnats capturés, pêche sportive	Cohos capturés, pêche sportive	Effort de pêche sportive	Prises par unité d'effort, pêche sportive PPUE	Valeur, pêche sportive ($)	Poids moyen du quinnat capturé, pêche sportive (lb)	Quinnats capturés au filet, pêche à l'embouchure	Cohos capturés au filet, pêche à l'embouchure	Quinnats nommés capturés, pêche à l'embouchure	Cohos nommés capturés, pêche à l'embouchure
		× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³		× 10⁶		× 10³	× 10³	× 10³		× 10⁶		× 10³	× 10³	× 10²	× 10³
(0)	Cond. nominale	36	134	197	350	211	87	20	6,4	2,48	125	339	470	752	1,08	15	5,4	51	58	26	20
(1)	Pas de pêche sportive	77	401	77	95	342	170	22	7,2	4,64	206	0	0	0	0,0	0	6,9	109	174	56	61
(2)	Pas de pêche à la traîne	57	148	150	321	0	0	0	0,0	0,0	0	488	578	863	1,23	17	6,2	80	64	41	23
(3)	Ni l'une ni l'autre	167	547	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	8,5	235	238	121	83
(4)	Quinnats de 24 po, pêche à la traîne	41	133	238	347	102	81	17	8,9	1,78	104	376	485	776	1,11	15	5,7	58	58	30	20
(5)	Quinnats de 26 po, pêche à la traîne	45	132	244	342	59	78	15	10,7	1,35	89	396	495	790	1,13	15	5,8	63	58	32	20
(6)	Effort de pêche à la traîne constant à 40 % du max. actuel	47	140	167	331	106	45	9	6,6	1,31	140	416	529	814	1,16	16	5,9	65	61	34	21
(7)	Traîne : 1er juin pour le quinnat 1er juillet pour le coho	48	130	156	306	96	92	13	6,6	1,48	115	428	518	816	1,16	16	6,0	67	57	35	20
(8)	Les deux espèces à 20 po, pêche sportive	46	182	259	424	247	111	21	6,7	3,04	147	167	256	525	0,81	10	7,7	64	79	33	28
(9)	Quinnats à 20 po, pêche sportive	40	152	279	321	227	93	20	6,5	2,69	133	203	443	672	0,96	13	7,5	56	66	29	23
(10)	Quinnats à 24 po, pêche sportive	43	164	322	302	242	98	20	6,6	2,90	141	115	422	616	0,87	12	10,0	60	71	31	25
(11)	Quinnats à 24 po, pêche sportive du 1er octobre au 1er juin	38	177	227	349	222	90	20	6,5	2,63	131	286	460	721	1,04	14	5,7	53	59	28	21
(12)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Quinnats à 26 po, pêche à la traîne	49	150	338	313	65	83	16	10,8	1,50	95	252	468	710	1,01	14	7,8	69	65	36	23
(13)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (6)	52	159	261	301	114	47	9	6,7	1,41	151	269	504	736	1,05	14	7,9	73	69	38	24
(14)	Quinnats de 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (7)	53	148	249	275	104	98	13	6,7	1,61	123	279	493	737	1,05	14	8,0	75	65	39	23
(15)	Limite de prise de 1 quinnat/jour, pêche sportive	39	144	255	335	222	92	20	6,5	2,65	132	244	452	698	1,00	14	5,6	55	63	28	22
(16)	Saison de pêche à la traîne du coho ouverte le 15 juin	36	133	197	345	212	99	20	6,4	2,53	126	338	466	750	1,07	15	5,4	51	58	26	20
(17)	Les deux espèces à 18 po, pêche sportive	41	156	239	406	232	100	20	6,6	2,80	138	237	348	630	0,93	12	6,5	58	68	30	24

TABLEAU 10.3 Simulation des effets obtenus par l'adoption des divers règlements dans l'hypothèse d'une mortalite de 30 % des poissons capturés et rejetés à la pêche à la traîne, de 30 % de mortalité des poissons capturés et rejetés à la pêche sportive, avec la réaction de l'effort de pêche sportive.

30 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche à la traîne 30 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche sportive Réaction de l'effort de pêche sportive		Populations				Pêche commerciale à la traîne						Pêche sportive						Pêche à l'embouchure			
		Remonte de quinnats	Remonte de cohos	Mortalité chez les quinnats rejetés	Mortalité chez les cohos rejetés	Quinnats capturés à la traîne	Cohos capturés à la traîne	Effort de pêche à la traîne	Poids moyen des quinnats, pêche à la traîne (lb)	Valeur de la prise à la traîne débarquée ($)	Valeur par bateau-jour ($)	Quinnats capturés, pêche sportive	Cohos capturés, pêche sportive	Effort de pêche sportive	Prises par unité d'effort, pêche sportive PPUE	Valeur, pêche sportive ($)	Poids moyen du quinnat capturé, pêche sportive (lb)	Quinnats capturés au filet, pêche à l'embouchure	Cohos capturés au filet, pêche à l'embouchure	Quinnats nonnets capturés, pêche à l'embouchure	Cohos nonnets capturés, pêche à l'embouchure
		$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$		$\times 10^6$		$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$		$\times 10^6$		$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$
(0)	Cond. nominale	35	136	87	145	204	89	20	6,4	2,43	123	329	475	750	1,07	15	5,4	50	59	26	21
(1)	Pas de pêche sportive	74	377	43	51	320	158	22	7,2	4,33	195	0	0	0	0,0	0	6,9	103	164	53	58
(2)	Pas de pêche à la traîne	55	150	56	118	0	0	0	0,0	0,0	0	461	572	850	1,22	16	6,2	77	65	40	23
(3)	Ni l'une ni l'autre	154	493	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	8,4	216	214	111	75
(4)	Quinnats de 24 po. pêche à la traîne	41	135	111	142	101	83	17	9,0	1,78	104	371	490	776	1,11	15	5,7	58	59	30	21
(5)	Quinnats de 26 po, pêche à la traîne	45	134	115	139	59	79	15	10,8	1,37	89	392	499	790	1,13	15	5,9	63	58	32	20
(6)	Effort de pêche à la traîne constant à 40 % du max. actuel	45	142	67	129	103	45	9	6,6	1,28	137	397	528	804	1,15	16	5,9	63	62	33	22
(7)	Traîne : 1er juin pour le quinnat 1er juillet pour le coho	47	132	61	115	92	92	13	6,7	1,44	112	405	510	802	1,14	16	6,0	65	57	34	20
(8)	Les deux espèces à 20 po, pêche sportive	46	197	114	181	250	118	21	6,7	3,11	149	173	281	543	0,84	10	7,7	64	86	33	30
(9)	Quinnats à 20 po, pêche sportive	41	152	119	136	233	94	20	6,5	2,76	136	209	445	676	0,97	13	7,5	57	66	29	23
(10)	Quinnats à 24 po, pêche sportive	46	163	137	129	258	98	21	6,7	3,09	149	126	422	622	0,88	12	10,0	65	71	33	25
(11)	Quinnats à 24 po, pêche sportive du 1er octobre au 1er juin	38	139	99	146	220	92	20	6,5	2,63	131	283	466	722	1,04	14	5,8	53	60	27	21
(12)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Quinnats à 26 po, pêche à la traîne	52	149	155	129	71	84	16	10,8	1,59	100	269	470	720	1,03	14	7,9	73	65	38	23
(13)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (6)	53	158	103	118	116	47	9	6,7	1,44	154	275	501	737	1,05	14	7,9	75	69	38	24
(14)	Quinnats de 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (7)	55	147	96	104	105	96	13	6,8	1,63	124	283	484	734	1,04	14	8,0	77	64	39	22
(15)	Limite de prise de 1 quinnat/jour, pêche sportive	41	145	110	141	224	93	20	6,6	2,70	134	245	456	701	1,00	14	5,7	58	63	30	22
(16)	Saison de pêche à la traîne du coho ouverte le 15 juin	35	135	87	142	205	100	20	6,4	2,47	124	327	470	747	1,07	14	5,5	50	59	26	21
(17)	Les deux espèces à 18 po, pêche sportive	41	162	105	171	231	105	20	6,6	2,82	138	239	372	643	0,95	12	6,5	57	70	29	25

TABLEAU 10.4 Simulation des effets obtenus par l'adoption des divers règlements dans l'hypothèse d'une mortalité de 30 % des poissons capturés et rejetés à la pêche à la traîne, de 30 % de mortalité des poissons capturés et rejetés à la pêche sportive, sans réaction de l'effort de pêche sportive.

30 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche à la traîne
30 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche sportive
Sans réaction de l'effort de pêche sportive

		Populations				Pêche commerciale à la traîne						Pêche sportive						Pêche à l'embouchure			
		Remonte de quinnats	Remonte de cohos	Mortalité chez les quinnats rejetés	Mortalité chez les cohos rejetés	Quinnats capturés à la traîne	Cohos capturés à la traîne	Effort de pêche à la traîne	Poids moyen des quinnats, pêche à la traîne (lb)	Valeur de la prise à la traîne débarquée ($)	Valeur par bateau-jour ($)	Quinnats capturés, pêche sportive	Cohos capturés, pêche sportive	Effort de pêche sportive	Prises par unité d'effort, pêche sportive PPUE	Valeur, pêche sportive ($)	Poids moyen du quinnat capturé, pêche sportive (lb)	Quinnats capturés au filet, pêche à l'embouchure	Cohos capturés au filet, pêche à l'embouchure	Quinnats nonnets capturés, pêche à l'embouchure	Cohos nonnets capturés, pêche à l'embouchure
		× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³		× 10⁶		× 10³	× 10³	× 10³		× 10⁶		× 10³	× 10³	× 10³	× 10³
(0)	Cond. nominale	37	147	83	126	210	93	20	6,5	2,53	127	314	458	697	1,11	13	5,5	52	64	27	22
(1)	Pas de pêche sportive	74	377	43	51	320	158	22	7,2	4,33	195	0	0	0	0,0	0	6,9	103	164	53	58
(2)	Pas de pêche à la traîne	65	187	44	84	0	0	0	0,0	0,0	0	411	517	697	1,33	13	6,5	91	81	47	29
(3)	Ni l'une ni l'autre	154	493	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	8,4	216	214	111	75
(4)	Quinnats de 24 po, pêche à la traîne	44	150	107	120	108	89	17	9,0	1,92	110	346	452	697	1,16	13	5,8	62	65	32	23
(5)	Quinnats de 26 po, pêche à la traîne	49	152	111	116	65	86	16	10,9	1,51	96	362	466	697	1,19	13	6,0	69	66	35	23
(6)	Effort de pêche à la traîne constant à 40 % du max. actuel	50	166	60	101	108	49	9	6,8	1,37	147	364	490	697	1,22	13	6,0	71	72	36	25
(7)	Traîne : 1er juin pour le quinnat 1er juillet pour le coho	52	152	55	91	99	100	13	6,8	1,58	121	372	473	697	1,21	13	6,1	73	66	37	23
(8)	Les deux espèces à 20 po, pêche sportive	40	178	121	187	234	108	20	6,5	2,84	139	211	314	697	0,75	13	7,5	56	77	29	27
(9)	Quinnats à 20 po, pêche sportive	40	147	121	127	233	94	20	6,5	2,76	136	211	457	697	0,96	13	7,5	56	64	29	22
(10)	Quinnats à 24 po, pêche sportive	44	146	149	128	251	95	21	6,6	2,97	144	136	456	697	0,85	13	9,9	62	64	32	22
(11)	Quinnats à 24 po, pêche sportive du 1er octobre au 1er juin	39	147	98	127	222	94	20	6,5	2,65	132	274	457	697	1,05	13	5,9	54	64	28	22
(12)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Quinnats à 26 po, pêche à la traîne	53	151	154	117	73	87	16	10,9	1,64	102	261	465	697	1,04	13	7,9	75	66	38	23
(13)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (6)	55	166	98	101	118	49	9	6,8	1,48	159	264	490	697	1,08	13	8,0	78	72	40	25
(14)	Quinnats de 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (7)	57	151	94	91	109	101	13	6,9	1,70	129	272	473	697	1,07	13	8,1	79	66	41	23
(15)	Limite de prise de 1 quinnat/jour, pêche sportive	41	147	108	127	224	94	20	6,6	2,70	134	246	457	697	1,01	13	5,7	58	64	30	22
(16)	Saison de pêche à la traîne du coho ouverte le 15 juin	37	145	83	123	211	105	20	6,5	2,57	128	313	453	697	1,10	13	5,5	52	63	27	22
(17)	Les deux espèces à 18 po, pêche sportive	39	160	104	159	223	102	20	6,5	2,69	133	257	383	697	0,92	13	6,5	54	69	28	24

TABLEAU 10.5 **Simulation des effets obtenus par l'adoption des divers règlements dans l'hypothèse d'une mortalité de 50 % des poissons capturés et rejetés à la pêche à la traîne, de 80 % de mortalité des poissons capturés et rejetés à la pêche sportive, sans réaction de l'effort de pêche sportive.**

50 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche à la traîne
80 % de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche sportive
Sans réaction de l'effort de pêche sportive

		Populations				Pêche commerciale à la traîne						Pêche sportive						Pêche à l'embouchure			
		Remonte de quinnats	Remonte de cohos	Mortalité chez les quinnats rejetés	Mortalité chez les cohos rejetés	Quinnats capturés à la traîne	Cohos capturés à la traîne	Effort de pêche à la traîne	Poids moyen des quinnats, pêche à la traîne (lb)	Valeur de la prise à la traîne débarquée ($)	Valeur par bateau jour ($)	Quinnats capturés, pêche sportive	Cohos capturés, pêche sportive	Effort de pêche sportive	Prises par unité d'effort, pêche sportive PPUE	Valeur, pêche sportive ($)	Poids moyen du quinnat capturé, pêche sportive (lb)	Quinnats capturés au filet, pêche à l'embouchure	Cohos capturés au filet, pêche à l'embouchure	Quinnats retenus capturés, pêche à l'embouchure	Cohos retenus capturés, pêche à l'embouchure
		× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³	× 10³		× 10⁶		× 10³	× 10³	× 10³		× 10⁶		× 10³	× 10³	× 10³	× 10³
(0)	Cond. nominale	38	147	185	299	219	93	20	6,5	2,61	130	323	459	697	1,12	13	5,5	53	64	27	22
(1)	Pas de pêche sportive	77	401	77	95	342	170	22	7,2	4,64	206	0	0	0	0,0	0	6,9	109	174	56	61
(2)	Pas de pêche à la traîne	68	193	119	227	0	0	0	0,0	0,0	0	434	534	697	1,39	13	6,5	96	84	49	29
(3)	Ni l'une ni l'autre	167	547	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	8,5	235	238	121	83
(4)	Quinnats de 24 po, pêche à la traîne	45	150	225	289	109	89	17	9,0	1,93	110	351	466	697	1,17	13	5,8	62	65	32	23
(5)	Quinnats de 26 po, pêche à la traîne	49	153	232	281	65	87	16	10,8	1,50	96	367	471	697	1,20	13	5,9	68	66	35	23
(6)	Effort de pêche à la traîne constant à 40 % du max. actuel	53	169	145	256	113	50	9	6,8	1,43	153	381	500	697	1,26	13	6,1	74	73	38	26
(7)	Traîne : 1er juin pour le quinnat 1er juillet pour le coho	54	155	138	239	105	104	13	6,8	1,66	126	390	486	697	1,26	13	6,1	76	68	39	24
(8)	Les deux espèces à 20 po, pêche sportive	39	155	285	451	225	97	20	6,5	2,69	133	205	285	697	0,70	13	7,5	55	67	28	24
(9)	Quinnats à 20 po, pêche sportive	39	146	285	299	225	94	20	6,5	2,67	133	205	459	697	0,95	13	7,5	55	64	28	22
(10)	Quinnats à 24 po, pêche sportive	40	146	354	300	230	94	20	6,5	2,73	135	123	459	697	0,84	13	9,8	56	64	29	22
(11)	Quinnats à 24 po, pêche sportive du 1er octobre au 1er juin	39	146	225	299	222	93	20	6,5	2,64	131	277	459	697	1,06	13	5,8	54	64	28	22
(12)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Quinnats à 26 po, pêche à la traîne	50	152	336	281	67	87	16	10,8	1,54	97	246	471	697	1,03	13	7,8	70	66	36	23
(13)	Quinnats à 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (6)	54	169	249	256	116	50	9	6,8	1,46	157	259	500	697	1,09	13	8,0	76	73	39	26
(14)	Quinnats de 20 po, pêche sportive Pêche à la traîne comme en (7)	56	155	242	239	108	104	13	6,8	1,69	128	268	486	697	1,08	13	8,1	78	68	40	24
(15)	Limite de prise de 1 quinnat/jour, pêche sportive	39	146	251	299	223	93	20	6,5	2,66	132	246	459	697	1,01	13	5,5	55	64	28	22
(16)	Saison de pêche à la traîne du coho ouverte le 15 juin	38	145	185	294	219	105	20	6,5	2,65	131	323	456	697	1,12	13	5,5	53	63	27	22
(17)	Les deux espèces à 18 po, pêche sportive	38	150	241	362	222	96	20	6,5	2,65	132	257	364	697	0,89	13	6,5	54	65	28	23

Nous avions deux raisons de rajouter trois des lignes : pas de pêche sportive, pas de pêche à la traîne et pas de pêche sportive ni à la traîne. Premièrement, nous voulions tester le modèle dans des conditions extrêmes : il faudrait se méfier de tout le modèle s'il donnait des résultats absurdes. Deuxièmement, ces tests de conditions extrêmes fixent des limites aux attentes des gestionnaires pour ce qui est de l'impact des mesures réalisables.

Le doublement de la remonte du quinnat dans les rivières débouchant dans le détroit était l'un des premiers objectifs de gestion. Le modèle prévoit que pour atteindre cet objectif, il faudrait adopter des mesures au moins aussi radicales que l'interdiction totale de la pêche sportive. Cette mesure a été jugée inacceptable et les gestionnaires se sont tournés vers d'autres solutions, par exemple, des changements touchant aux règlements sur la pêche à l'extérieur et sur la pêche à l'embouchure. Un quinnat sur quatre survivant à la pêche sportive et à la traîne dans le détroit atteint les lieux de reproduction. Il faudra donc adopter des mesures limitant la pêche sportive, la pêche à la traîne et la pêche à l'embouchure.

Les autres lignes des tableaux 10.2 à 10.5 montrent les prévisions obtenues avec l'emploi de différentes combinaisons plausibles de mesures touchant à la limite de taille, à la fermeture saisonnière et à la limite de prises. La liste suivante fournit une description complète des principaux scénarios étudiés dans les tableaux.

0) Conditions nominales : meilleure approximation possible des conditions actuelles (1977).

1) Pas de pêche sportive : suppression complète de la pêche sportive dans le détroit.

2) Pas de pêche à la traîne : suppression complète de la pêche commerciale à la traîne dans le détroit.

3) Pas de pêche sportive ni de pêche à la traîne : réunion des conditions 1) et 2).

4) Pêche à la traîne aux quinnats de 24 po : le quinnat aurait une longueur minimum de 24 po.

5) Pêche à la traîne aux quinnats de 26 po : le quinnat aurait une longueur minimum de 26 po.

6) Effort de pêche à la traîne constant à 40 % du maximum actuel : nous avons tenté de savoir les effets qu'aurait un permis sectoriel obligeant les pêcheurs commerciaux à rester dans le détroit uniquement s'ils veulent y pêcher.

7) Pêche à la traîne : 1er juin pour le quinnat, 1er juillet pour le coho : recul de la date actuelle d'ouverture de la pêche au quinnat, limites actuelles de taille.

8) Les deux espèces à 20 po, pêche sportive : longueur minimum de 20 po.

9) Quinnats à 20 po, pêche sportive : longueur minimum du quinnat portée à 20 po, celle du coho restant à 12 po.

10) Quinnats à 24 po, pêche sportive : longueur minimum du quinnat portée à 24 po, celle du coho ne changeant pas.

11) Quinnats à 24 po, pêche sportive du 1er octobre au 1er juin : aucun changement le reste de l'année.

12) Quinnats à 20 po, pêche sportive, quinnats à 26 po pêche à la traîne.

13) Quinnats à 20 po, pêche sportive, pêche à la traîne comme en (6) : permis sectoriel comme en (6).

14) Quinnats à 20 po, pêche sportive, pêche à la traîne comme en (7) : pêche commerciale du quinnat à la traîne reportée au 1er juin comme en (7).

15) Limite de prise de 1 quinnat par jour, pêche sportive : limite de prise de 1 quinnat par jour et de quatre saumons au total.

16) Saison de pêche à la traîne du coho ouverte le 15 juin.

17) Les deux espèces à 18 po, pêche sportive : longueur minimum de 18 po.

De tous les scénarios considérés dans les tableaux 10.2 à 10.5, celui qui mène infailliblement aux meilleures prévisions concernant la remonte du quinnat est celui supposant que la longueur limite du quinnat pêché sportivement est portée à 20 po et que la saison de pêche du quinnat à la traîne est retardée au 1er juin (n° 14). Il est intéressant de comparer de manière détaillée les prévisions du scénario 14) et du scénario 12) (20 po minimum pour le quinnat pêché sportivement et 26 po minimum pour le quinnat pêché à la traîne.) La remonte est essentiellement la même dans les deux cas. Cependant, d'autres indicateurs divergent beaucoup. Ainsi, le scénario 12 produit beaucoup plus de mortalité chez les quinnats rejetés que le scénario 14, ce qui implique une diminution de la prise à la traîne, de la valeur à la traîne et de la valeur par bateau-jour à la traîne, par rapport aux résultats livrés par le scénario 14. Peu importe l'objectif de gestion recherché et le partage des prises entre les pêcheurs sportifs et les pêcheurs à la traîne, le scénario 14 est nettement supérieur au scénario 12.

La sensibilité des choix gestionnaires aux grands facteurs d'incertitude, soient la réaction de l'effort de pêche sportive, le taux de mortalité chez les poissons rejetés et la mortalité naturelle, est l'une des caractéristiques générales les plus intéressantes livrées par le modèle. Les incertitudes liées aux deux premiers facteurs pèsent beaucoup sur les prévisions du modèle (comparer les tableaux 10.2–10.5). Cependant, cet effet ne se manifeste que quant à la valeur des indicateurs et non quant au *classement des actions considérées*. La «meilleure» action possible est restée la meilleure même quand on a attribué des valeurs extrêmes à ces deux facteurs d'incertitude. C'est heureux pour les gestion-

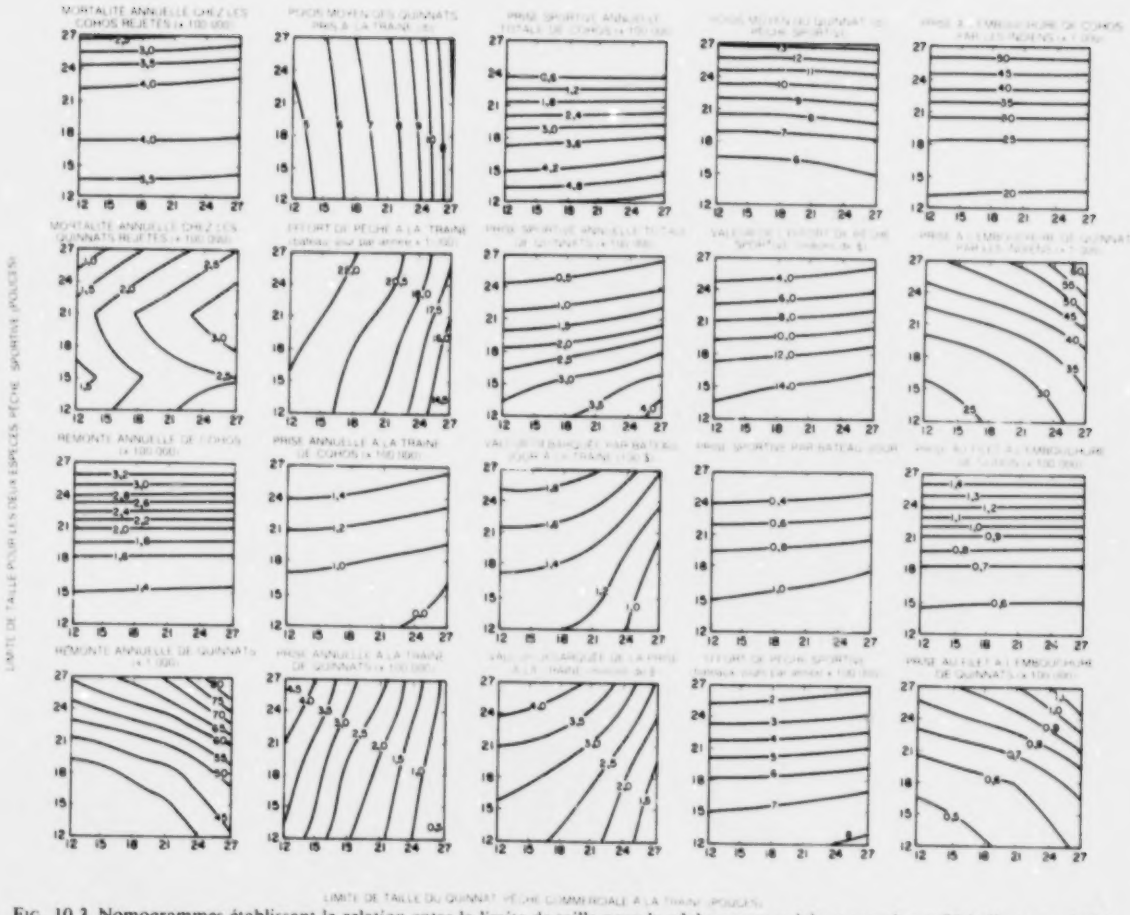


FIG. 10.3 Nomogrammes établissant la relation entre la limite de taille pour la pêche commerciale et sportive et 20 indicateurs choisis. Voir le texte pour plus de détails. Ces graphiques sont dérivés d'hypothèses retenues dans le tableau 10.2, soit 50 % de mortalité chez les poissons pêchés à la traîne et rejetés et 80 % chez les poissons rejetés à la pêche sportive et réaction de l'effort de pêche sportive à la prise de l'intervalle précédent.

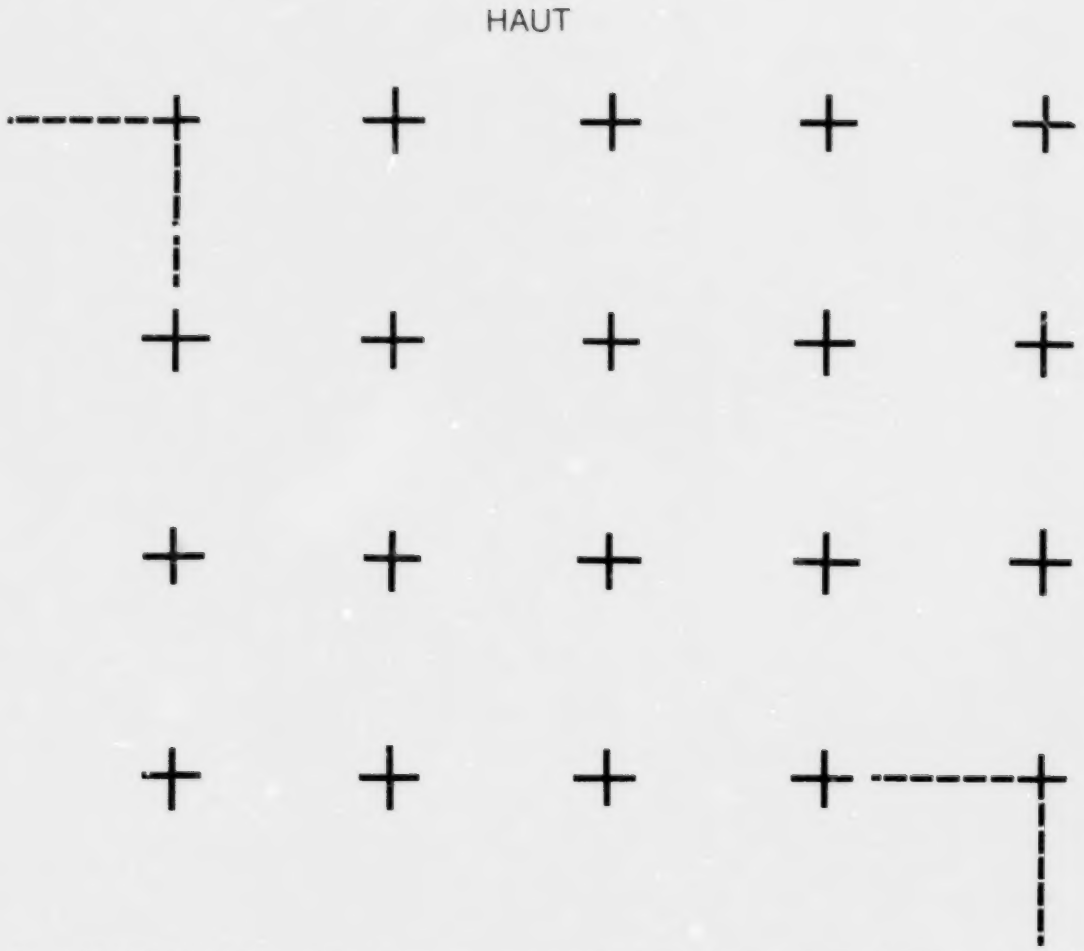


FIG. 10.3.5 Réticules qui indiquent des emplacements à coordonnées identiques sur chaque graphique indicateur de la fig. 10.3. Voir texte.

naires car ils n'auront pas trop à s'en soucier. Par ailleurs, nous l'avions déjà montré, l'incertitude attachée à la réaction de l'effort de pêche et à la mortalité naturelle n'a pas non plus beaucoup d'effet sur le classement des mesures possibles.

Le problème de la répartition des prises est également une question de première importance. Le modèle peut servir à constituer un tableau de la répartition des prises entre les différents utilisateurs. Le tableau 10.6 donne une estimation de la redistribution des prises qu'on obtiendrait en diminuant de 1 000 quinnats la prise de chaque groupe. Le tableau a été constitué après examen des tableaux 10.2-10.5 et il n'est pas exact. Il correspond à une diminution de 1 000 «poissons aux caractéristiques moyennes» résultant de l'adoption de règlements typiques mentionnés sur le tableau. Que ces 1 000 poissons non pêchés soient des juvéniles de 2 ans ou des adultes de 4 ans donnera des résultats très différents. On peut cependant employer le tableau pour évaluer l'impact relatif de chaque groupe sur la redistribution des prises (et sur l'augmentation de la remonte) associée aux types de restrictions considérées comme étant applicables.

Il ressort du tableau 10.6 que la réduction de la prise sportive ou à la traîne dans le détroit fera augmenter la prise d'autres pêches plutôt que la remonte. En effet, la somme de l'apport total aux autres pêches et de la remonte peut excéder la diminution de la prise par suppression des effets reliés à la mortalité chez les poissons rejetés. Les pêches à l'embouchure ne tireront peut-être pas autant profit de la situation que prévu, par suite de la saturation de ces marchés particuliers (on pense à la pêche indienne de subsistance; voir Peterman 1980), mais le transfert serait sans doute important.

Nomogramme des effets de la limite de taille

Des prévisions graphiques à court terme ont déjà été employées pour la modélisation dans le cas du saumon (Peterman, 1975). C'est une méthode qui permet d'explorer les conséquences de deux actions gestionnaires, par exemple les fermetures et les limites de taille à l'intérieur d'une plage continuelle de valeurs plutôt qu'en quelques points choisis comme nous l'avons fait dans les tableaux 10.2-10.5. Ainsi, il devient possible de détecter les mesures intéressantes à partir des tableaux et d'observer graphiquement l'effet de petits changements en étudiant la configuration des surfaces représentant les indicateurs. La figure 10.3 montre comment 20 indicateurs choisis varient en fonction de la limite de taille pour les deux espèces pour la pêche sportive et la limite de taille du quinnat pour la pêche commerciale à la traîne. La configuration des surfaces correspondant aux indicateurs montrent quand sont atteints les maximum et les minimum.

Sans doute est-il nécessaire d'expliquer comment nous parvenons à tracer ces graphiques. Ainsi, la simulation porta sur 6 a (pour permettre de stabiliser la pyramide d'âge du quinnat) en employant un premier jeu de mesures réglementaires (limite de taille de 12 po pour la pêche à la traîne du quinnat et de 12 po pour la pêche sportive des deux espèces). Les valeurs des 20 indicateurs furent compilées. Un règlement fut alors modifié (taille limite de 15 po pour la pêche à la traîne) et une nouvelle simulation pour 6 ans fut effectuée. La même opération fut répétée pour 36 combinaisons différentes de deux changements réglementaires comprenant des variations de la taille limite comprises entre 12 et 27 po tant pour la pêche sportive que pour la pêche à la traîne. Les isoplèthes furent ensuite tracées en suivant les 36 valeurs obtenues pour chaque indicateur et enfin, tous les graphiques furent réunis sur une même feuille.

Il suffit d'employer un transparent à réticules reliant les coordonnées identiques sur les graphiques de tous les indicateurs pour trouver rapidement les divers effets des différents règlements. En déplaçant les réticules, on visualise très bien quels indicateurs sont favorisés et lesquels sont défavorisés. Nous encourageons le lecteur à faire son propre transparent à réticules en reproduisant celui de la figure 10.3.5. Il suffit alors de superposer le transparent à la figure 10.3 et de comparer les mérites relatifs des différents règlements.

Par exemple, dans le cas de l'augmentation de la taille limite pour la pêche sportive, on voit très vite comment change la prise annuelle à la traîne des quinnats par rapport à la prise sportive annuelle. En outre, il y a une limite de taille, entre 18 et 22 po, à la pêche sportive qui entraîne une perte totale élevée de poissons rejetés.

Prévisions à long terme préliminaires

Afin d'évaluer avec exactitude les effets à long terme d'une croissance prolongée sur la pression de la pêche, sur la mise en valeur et sur les différents plans de réglementation, il est essentiel d'obtenir des évaluations précises des relations mettant en cause les stocks et le recrutement des populations indigènes. À peu près tout ce que nous pouvons faire pour l'instant est de nous demander si nous avons poussé les stocks naturels à leur limite de production; plus précisément, que se passerait-il si les quinnats reproducteurs de source naturelle avaient peu de chances de produire plus

TABLEAU 10.6 Redistribution de la prise de quinnats par suite d'une diminution de 1 000 quinnats pêchés par chaque groupe.

Prises augmentées de	Poissons non pêchés par			
	Pêche sportive	Pêche à la traîne	Pêche à la traîne à l'extérieur	Pêche à l'embouchure
Pêche sportive	- 1 000	+ 700	0	0
Pêche à la traîne	+ 400	- 1 000	0	0
Pêche à la traîne à l'extérieur	0	0	- 1 000	0
Pêche à l'embouchure	+ 460	+ 375	+ 710	- 1 000
Reproducteurs	+ 133	+ 100	+ 290	+ 1 000

de 25 recrues chacun (jusqu'en septembre de la première année en mer) et que les cohos reproducteurs de source indigène n'en produisaient que 11 chacun? Nous avons simplement quantifié la position des défenseurs du milieu qui affirme que les limites de production ont déjà été atteintes.

Nous avons tenu compte de cela dans la simulation en employant un modèle simple mettant en rapport le stock et le recrutement. Les quinnats recrues égalent le niveau actuel s'il y a plus de 0,114 million de reproducteurs. Il y a 25 fois plus de quinnats recrues que de reproducteurs s'il y a moins de 0,114 million de reproducteurs. Le nombre des cohos recrues équivaut au niveau actuel si les cohos reproducteurs sont plus de 0,304 million. Les cohos recrues sont 11 fois plus nombreux que les reproducteurs si le nombre de ces derniers est inférieur à 0,304 million. (Nous ne tenons pas compte dans ce calcul de la productivité proportionnellement plus élevée des stocks déjà mis en valeur.)

Nous avons demandé en modèle des prévisions sur 25 ans en tenant compte des hypothèses additionnelles suivantes :

1) L'effort de pêche correspondant à tout niveau de prise/effort augmente de 5 % par a (ce qui simule la demande accrue de la pêche sportive).

2) Les piscicultures sont mises en service à l'a 5 et ajoutent 10 millions de quinnats recrues et 10 millions de cohos recrues sans que des reproducteurs des stocks naturels soient capturés pour alimenter les piscicultures.

3) La réglementation reste intacte, c'est-à-dire que les lobbies populaires réussissent à bloquer des mesures de protection des stocks naturels.

Ce scénario simule essentiellement l'évolution récente dans le détroit, dont les effets sont encore mal connus.

Les résultats furent saisissants comme en font foi les simples indicateurs de la figure 10.4. À l'origine, l'effort accru de pêche mène à un lent déclin de la remonte naturelle. Alors, les poissons des

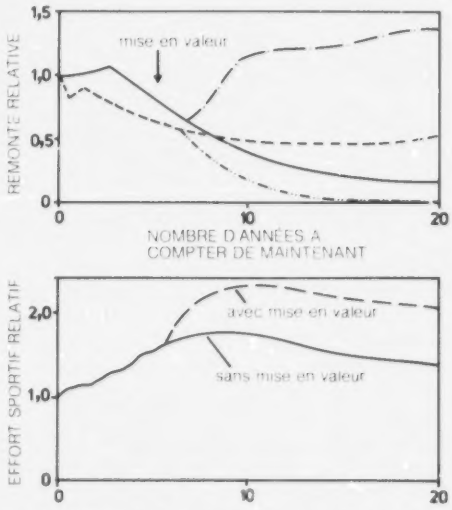


FIG. 10.4 Prévisions à long terme préliminaires de l'évolution de la population avec et sans mise en valeur additionnelle. Dans le premier cas, les stocks naturels sont vite décimés. La remonte relative des stocks naturels et d'élevage additionnels est indiquée dans 5 ans d'ici. La remonte du stock déjà mis en valeur, mais sans mise en valeur supplémentaire, est représentée par le trait plein tandis que le stock avec mise en valeur additionnelle est représenté par la courbe formée d'un trait et d'un point. La remonte des stocks naturels sans autre mise en valeur est représentée par la ligne formée de traits simples tandis que la remonte des stocks naturels, mais mis en valeur, est représentée par la courbe formée d'un trait et de deux points.

stocks nouvellement mis en valeur atteignent la valeur à partir de laquelle on peut les récolter et l'effort de pêche s'accroît brusquement. Parce que les pêcheurs capturent sans le vouloir des poissons provenant des stocks sauvages, la remonte naturelle diminue rapidement. Celle-ci est d'ailleurs exagérée par les limites de productivité imposées dans le cas des reproducteurs provenant des stocks naturels. C'est une vision sombre des choses, mais qui est peut-être déjà en train de se concrétiser. Il semble que ce soit le scénario observé en Orégon (Gunsolus 1978) et dans l'État de Washington.

CHAPITRE 11

Critique

Nous décrivons dans ce chapitre les grandes faiblesses du modèle. Nous voyons aussi quels progrès ont été réalisés grâce à cette étude et formulons en conclusion des recommandations sur la surveillance et la gestion expérimentale de la remonte.

Faiblesses du modèle

Aucun modèle ne saurait tout prévoir, pas plus les schémas informatiques complexes que les modèles intuitifs qu'imaginent les gestionnaires les plus expérimentés. Les modèles comptent essentiellement trois types de faiblesses : d'une part, ils ne sont pas assez *détaillés*, d'autre part, ils ne sont pas assez *généraux* et enfin, ils ne tiennent pas bien compte des *limites institutionnelles*. Les biologistes ont une formation qui leur permet de trouver et de corriger les faiblesses au niveau du détail; par contre, la portée du problème nécessite une approche interdisciplinaire. Les limites institutionnelles sont les plus difficile à prévoir. En effet, qui peut savoir quand une mesure réglementaire proposée est réellement applicable et comment l'entourage s'ajustera à la nouvelle proposition? Nous n'examinerons que quelques-unes des éventuelles difficultés créées par les insuffisances de détail et de portée du modèle.

On peut penser que la principale faiblesse de notre analyse tient au fait que nous n'avons pas pu montrer l'existence d'un grave problème de protection du quinnat ou du coho. Il y a peut-être un déclin du recrutement parmi les stocks naturels par suite d'une remonte insuffisante, mais l'effet a été masqué par le recrutement provenant des pisciculture (autant dans l'État de Washington qu'en Colombie-Britannique). Pour l'instant, il semble que le quinnat reproducteur sauvage «moyen» doit pouvoir produire environ 50 saumons de 1 an pour assurer la parité numérique. Cela est probablement à l'intérieur des limites biologiques de cette espèce, mais ne tient pas compte de la variabilité entre les stocks naturels. Ce que cela signifie, c'est que certains stocks seront perdus et que les autres devront «porter le bât» de la production naturelle.

Il semble qu'essentiellement les deux tiers des quinnats reproducteurs sont des sujets qui avaient quitté le détroit de Géorgie pendant au moins une partie de leur vie en mer. La conclusion qui s'impose de prime abord est que les migrateurs constituent le principal bassin de reproduction des stocks exploités par les pêches locales, c'est-à-dire qu'ils produisent les deux tiers des recrues résidantes. La question de la portée du modèle est évidente : quelles modifications apportées aux pêches à l'extérieur du détroit pourraient exercer une action sur la productivité à long terme des poissons résidants? Il y aussi des problèmes de détail : s'est-il constitué un isolement génétique partiel entre le phénotype migratoire et le phénotype résidant, s'exprimant de façon telle que les résidants doivent, dans les faits, assurer d'eux-mêmes la survie de leur groupe (chaque femelle résidante devant alors produire près de 80 sujets de 1 an)? Est-ce que des facteurs écologiques propres au détroit ou encore est-ce que la densité de population ont un effet sur les taux d'émigration et, plus précisément, est-ce que les poissons à croissance plus lente sont ceux qui n'ont pas tendance à migrer?

Les estimations des taux de mortalité naturelle employées dans le modèle sont très basses et peuvent modifier les prévisions dans certains cas. Par exemple, en supposant que nous ayions employé des valeurs sous-estimées, le recrutement calculé à rebours est trop bas (c'est-à-dire que chaque reproducteur doit produire davantage de saumoneaux et qu'il est d'autant plus rapproché de sa limite naturelle) et que notre estimation des effets sur la protection des saumons est trop optimiste. Le relèvement de la limite de taille va peut-être simplement permettre à un plus grand nombre de poissons de mourir naturellement.

Le modèle ne tient pas compte de certains aspects de la vulnérabilité des poissons à la récolte. Par hypothèse, tous les stocks sont également vulnérables à la pêche à la ligne et à l'hameçon. En réalité, les stocks mis en valeur sont peut-être plus difficiles ou encore, moins difficiles à capturer que les stocks sauvages. Nous n'avons pas tenu compte de la récolte sélective selon les critères de sexe et de taille sur la distribution selon la taille des sujets de chaque cohorte simulée. Comme le faisait remarquer M. Sam Wright (Washington Department of Fisheries, Olympia, WA, communication personnelle), les femelles se développent plus vite et atteignent plus tôt les limites de taille considérées; cela signifie peut-être que la partie à la croissance la plus rapide (et potentiellement la plus féconde) est récoltée sélectivement.

Le modèle ne tient pas compte non plus de certains facteurs-clés agissant sur l'effort de pêche. En termes de portée du modèle, nous ne représentons pas l'augmentation de l'effort de pêche résultant de la plus grande abondance obtenue par la mise

en valeur des stocks dans les États de Washington et de l'Orégon et nous ne tenons pas compte, non plus, de la possibilité d'importants perfectionnements techniques dans le domaine de la pêche sportive ou à la traîne. Nous avons inclus dans nos conditions minimales l'effet des «downriggers» sur l'effort de pêche sportive (plus le potentiel de capture augmente, plus il y a de pêcheurs), mais rien ne nous permet de supposer que le potentiel de capture n'augmentera pas encore.

Il est supposé dans le modèle que l'effort de pêche est proportionnel à l'abondance numérique totale des saumons de taille permise. Supposons plutôt que les pêcheurs à la ligne soient beaucoup plus attirés par les poissons de grande taille. Dans ce cas, le relèvement de la limite de taille risque de mener à une augmentation importante de l'effort de pêche à mesure que les poissons protégés atteignent une bonne taille. L'effet recherché par l'augmentation de la taille minimum se trouverait ainsi réduit à néant. La même logique risque de s'appliquer à d'autres mesures comme celle concernant les hameçons sans ardillon pour diminuer la mortalité chez les poissons rejetés.

Un certain nombre d'autres incertitudes du modèle, secondaires, nous l'espérons, pourraient être mentionnées, mais nous n'attirons l'attention du lecteur que sur une dernière possibilité. C'est un problème lié au manque de détails. Les pêcheurs à la ligne savent bien que la plupart des pêcheries comportent des secteurs particulièrement productifs, mais très localisés. On se plaint parfois que les pêcheurs employant la technique du «mooching» monopolisent les meilleurs endroits; parfois, les pêcheurs s'arrangent pour passer à la traîne chacun son tour au-dessus de ces endroits. À supposer qu'il y ait beaucoup de ces effets locaux, l'augmentation de l'effort de pêche conduira à une saturation apparente en engins de pêche; en moyenne, chaque bateau deviendra moins efficace à mesure que l'accès des endroits les plus intéressants se trouve réduit. Cette saturation se trouverait à contrebalancer l'action qu'exerce l'abondance du poisson sur l'effort de pêche et protégerait en partie n'importe quel stock contre la surexploitation.

Acquis de notre étude

Les incertitudes mentionnées plus haut devraient inciter à la prudence, mais la mise au point du modèle a eu d'importants effets bénéfiques. Les six plus importants sont décrits ci-dessous.

En premier lieu, nous avons réuni en une masse cohérente un tas de données qui n'avaient pas été traitées jusqu'ici. Nous avons maintenant un bien meilleur aperçu de l'aspect quantifiable du cycle évolutif et de l'exploitation des populations de quinnats et de cohos dans le détroit. Cela signifie que les efforts de gestion et de recherche pourront maintenant être tournés vers les incertitudes plus subtiles et plus risquées que nous avons mentionnées plus tôt.

Deuxièmement, nous avons montré la futilité d'adopter des mesures gestionnaires *cosmétiques* et de portée limitée. Les changements mineurs au niveau des saisons, de la taille minimum ou de la limite de possession n'auront pas d'effet important sur la remonte. Tout le monde a été surpris de constater combien il serait difficile de parvenir à doubler la remonte du quinnat (tableaux 10.2, 10.5).

Troisièmement, nous avons sensibilisé les gestionnaires des pêches à la dynamique de l'effort de pêche et aux implications sur la réglementation et la mise en valeur des salmonidés. L'ajustement de l'effort de pêche risque fort de devenir le principal point d'achoppement de la gestion rationnelle des stocks mixtes mis en valeur. Il est tout à fait curieux que ce facteur n'ait pas été considéré avec plus d'attention lors des études précédentes sur la gestion du saumon du Pacifique.

Quatrièmement, nous avons montré que la plupart des tentatives de protection conduisent surtout à une redistribution de la prise parmi les pêches plutôt qu'à une remonte accrue. Il y a longtemps que les différents groupes d'utilisateurs se doutaient bien de cette possibilité et nous espérons que le tableau 10.6 fournira l'assise d'un débat et d'un compromis encore plus rationnel.

Cinquièmement, nous avons quantifié un risque majeur face à la mise en valeur des salmonidés, nommément le dépérissement des stocks naturels de quinnat et de coho par suite de leur exploitation accrue faisant suite à leur mise en valeur. Nous ne disons pas qu'il faut interrompre les programmes de mise en valeur; nous espérons simplement que le passage de beaucoup de stocks naturels moins productifs à quelques stocks mis en valeur et très productifs soit reconnu comme étant le pivot du débat sur la gestion. Il faudrait déterminer très clairement si le risque encourru en vaut la peine.

Enfin, nous avons bien montré à quel point il était important d'examiner les rapports stock naturel–recrutement, au moins pour déterminer le nombre maximum de recrues par reproducteur. Personne ne s'est intéressé directement à cette question depuis quelques années, apparemment à cause de l'extrême variabilité statistique entourant forcément ce genre de données. Il est devenu à la mode (1) de prétendre que le nombre de reproducteurs est un facteur secondaire de production, par rapport aux variables écologiques telles que le débit des rivières, (2) de fonder ses jugements sur les ten-

dances observés dans le compte de la remonte en prenant tacitement comme hypothèse que toute diminution est dangereuse ou (3) de prédire une remonte optimale sur la base de variables écologiques comme l'importance des frayères graveleuses sans tenir compte du recrutement réel. On imagine que cette attitude ne sera pas longtemps tolérée par les groupes d'utilisateurs de plus en plus critiques et de mieux en mieux informés, et qui regardent à la loupe les décisions touchant aux pêches.

Conclusion : surveillance et expérimentation

Tous les systèmes de contrôle des ressources doivent s'appuyer sur une forme de surveillance garantissant que le résultat de décisions administratives antérieures soit connu au moment de prendre de nouvelles décisions. La pêche à la ligne et à l'hameçon devra bientôt s'accommoder d'importants changements réglementaires. Malheureusement, nous savons par expérience que l'application de la plupart des mesures gestionnaires étudiées plus tôt n'amène pas de changement détectable des plus importants indicateurs (la prise sportive et la remonte). Nous ne voulons pas dire que les prévisions du modèle sont fausses, mais plutôt que la surveillance de la prise et de la remonte est à la fois faussée et très imprécise, de telle sorte que les changements prévus par le modèle ne sont tout simplement pas observables sur le terrain. De toute évidence, toute tentative de gestion dynamique doit au moins pouvoir tabler sur une surveillance exacte de la prise et de la remonte et sur de meilleures estimations des paramètres rattachés au stock et au recrutement.

Pour obtenir un meilleur système de surveillance, nous recommandons les mesures suivantes : premièrement, mesurer la prise sportive en eaux à marée avec plus d'exactitude et sur une base mensuelle et annuelle. Nous proposons la tenue d'une enquête efficace sur la pêche sportive, peut-être en employant le personnel déjà sur le terrain; cela nous renseignerait sur l'effort total comme sur l'âge et la taille des saumons capturés (et nous donnerait des données de base sur la prise de beaucoup d'espèces autres que le saumon) sans les biais inhérents à la plupart des sondages par questionnaire et liés aux annulations et aux formulaires non remplis. Une meilleure conception de la méthode statistique devrait permettre de diminuer les coûts. Deuxièmement, nous suggérons de compter exactement la remonte dans certaines rivières et cours d'eau de référence. On peut commencer par la remonte des sujets provenant de toutes les piscifactures du détroit de Géorgie (et des stocks naturels dans ces rivières) et procéder à un échantillonnage pour établir la composition par âge et par taille. En outre, nous recommandons de dénombrer avec exactitude la remonte d'au moins trois stocks sauvages représentatifs de chaque espèce dans le bassin fluvial du Fraser, en plus du quinnat et du coho de la rivière Cowichan, du coho de Black Creek (où la barrière est déjà en place), du quinnat de la rivière Nanaïmo et du coho du lac Sakinaw (voie de passage juste en amont de l'estuaire). Troisièmement, il faut quantifier les paramètres touchant aux stocks et au recrutement et notamment, il est d'une extrême importance d'estimer la remonte minimum produisant assez de saumoneaux pour exploiter à capacité les secteurs d'élevage en eau douce. Ici, nous recommandons de dénombrer les juvéniles en aval dans les cours d'eau que nous venons de mentionner tout en employant une approche expérimentale. La remonte dans 10 affluents secondaires ou biefs devrait être variée systématiquement de façon à constituer une large plage de densité. En employant la notion d'espace au lieu de la notion de temps, les rapports stock-recrutement pourraient être estimés sans avoir à attendre que soit complété le cycle de variations naturelles de la densité des reproducteurs et des conditions d'élevage en eau douce. Le coût supplémentaire entraîné par ces études (tableau 11.1) devrait être évalué au regard de l'importance qu'auraient les résultats en terme d'une gestion encore plus souple et d'un meilleur rendement des pêches dans le détroit de Géorgie et à l'extérieur.

TABLEAU 11.1 Coût prévu de la surveillance (dollars de 1976) pour les cours d'eau choisis et pour les études expérimentales sur la remonte.

Coût (grossier) de surveillance de la remonte des stocks sauvages	
Trois tributaires sur le Fraser	90 000 $
Cowichan	30 000 $
Nanaimo	30 000 $
Black Creek	15 000 $
Lac Sakinaw	15 000 $
	180 000 $

Piscifactures

Aucun coût supplémentaire puisque les observations se font déjà dans toutes les piscifactures

Surveillance vers l'aval

Probablement la moitié du coût de la surveillance vers l'amont

Aspect expérimental

Opérations pour mesurer la densité de la remonte 150 000-250 000 $ par année au maximum

Remerciements

Plusieurs organismes ont participé aux travaux décrits dans le présent bulletin et nous tenons à manifester notre reconnaissance à nos collègues du ministère des Pêches et des Océans et de l'Université de la Colombie-Britannique. Nous tenons à remercier spécialement tous ceux qui nous ont aidés à réaliser le premier modèle fonctionnel et à amasser les données, notamment MM. Don Anderson et Bill Massey et Mme Judy Coursley. MM. Dave Schutz, Steve Heizer, Ken Pitre, Paul Starr et Tom Shardlow, qui nous ont aidés de leurs commentaires et ont participé à la prise de décisions dès 1978; Joan Anderson, Sandy Masai et Donna Chin, qui ont tapé de nombreuses versions du manuscrit; et enfin, Carole Bawden et Monica Gutierrez, qui ont tracé les figures. Enfin, nous tenons à remercier M. Ralph Yorque pour ses encouragements sans cesse répétés et M. Al Wood pour son aide.

Références

ANDERSON, A. D. 1976. Coho and chinook escapements to areas 12–20 and 28 and 29 in 1975. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Memo Rep.* 14 p. (manuscrit inédit)

1977. Coho and chinook escapements to areas 12–20 and 28 and 29 in 1976. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Memo Rep.* 14 p. (manuscrit inédit)

ANON. 1962. British Columbia catch statistics. *Department of Fisheries of Canada.*

1963–77. Salmon sport fishing catch statistics for British Columbia tidal waters (sport catches 1963–76 statistical years). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg.*

1965. A progress summary of the Strait of Georgia chinook and coho investigation. *Can. Dep. Environ. Prog. Rep.* 26 p.

1968–77. British Columbia catch statistics (commercial catches 1968–77 statistical years). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg.*

1969. *Review of the Pacific coast chinook and coho salmon resources with special emphasis on the troll fishery. Volume I. Report prepared by United States section of the Informal Committee on Chinook and Coho.* 107 p.

1971. Proposed change in salmon-troll regulations for Georgia Strait in 1972 (statistical areas 13–18, 29). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Mimeo Info. Rep. to Fishermen.* 6 p.

1974–78. Georgia Strait head recovery program (Bulletins 8–38). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg.*

1975. Preliminary estimates of salmon interceptions and ex-vessel values — 1973. *Fifth Rep. of Canada–United States Technical Committee on Salmon Interceptions.* (manuscrit inédit)

1977. 1975 survey of sport fishing in British Columbia tidal waters. Summary of results. Prepublication release for the West Coast Oil Ports Inquiry. *Can. Dep. Environ., Ottawa.* 19 p.

1978. *Final fishery management plan for commercial and recreational salmon fisheries off the coasts of Washington, Oregon, and California commencing in 1978.* Pacific Fishery Management Council, Portland, OR. 157 p.

ARGUE, A. W. 1970. A study of factors affecting exploitation of Pacific salmon in the Canadian gantlet fishery of Juan de Fuca Strait. *Can. Dep. Fish. Forest. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* 1970-11: 259 p.

1971. An assessment of the 1967 closure of eastern Juan de Fuca Strait to commercial salmon fishing. *Can. Dep. Fish. Forest. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* 1971-8: 71 p.

1976. Preliminary information from the 1973 and 1974 Canadian chinook and coho catch sampling and mark recovery program. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-76-9: 32 p.

ARGUE, A. W. ET R. W. ARMSTRONG. 1977. Coho smolt coded-wire-tagging and enumeration (1971 to 1973 broods) on three small tributaries in the Squamish River system. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-77-11: 79 p.

ARGUE, A. W., J. COURSLEY ET G. D. HARRIS. 1977a. Preliminary revisions of Georgia Strait and Juan de Fuca Strait tidal salmon sport catch statistics, 1972 to 1976, based on Georgia Strait head recovery program data. *Can. Dep. Fish. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-77-16: 68 p.

ARGUE, A. W. ET S. R. HEIZER. 1971. Basic tag and recovery information for coho and chinook tagged in British Columbia marine waters by the Canada Department of Fisheries and Forestry 1963–1969. *Can. Dep. Fish. Forest. Fish. Serv. Pac. Reg. MS Rep.* 1971-1: 210 p.

1973. Revised estimates of the United States contribution to Canadian troll and sport catches of chinook and coho in Georgia and Juan de Fuca straits, based on tag recoveries from 1963 to 1971 taggings. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. Memo Rep.* 11 p. (manuscrit inédit)

1974. Distribution maps and tables for tag recoveries from 1963 to 1969 coho and chinook taggings in British Columbia. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-74-1: 309 p.

ARGUE, A. W. ET D. E. MARSHALL. 1976. Size and age of chinook and coho salmon for subdivisions of the Strait of Georgia troll fishery, 1966. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-76-18: 175 p.

ARGUE, A. W., D. E. MARSHALL ET J. F. COURSLEY. 1977b. Size and age of chinook and coho salmon for subdivisions of the Strait of Georgia troll fishery, 1967. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-77-20: 150 p.

ARGUE, A. W., L. C. PATTERSON ET R. W. ARMSTRONG. 1979. Trapping and coded-wire-tagging of wild coho and chinook juveniles from the Cowichan River system. 1976. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. Tech. Rep.* 850:117 p.

ARGUE, A. W. ET K. R. PITRE. 1972. Distribution of commercial and sport vessels fishing Pacific salmon in southern British Columbia marine waters, based on overflights from 1965 to 1971. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* 1972-3: 95 p.

ARGUE, A. W. ET C. C. WILSON. 1978. Squamish River spawning ground recovery of 1973 brood coded-wire-tagged coho salmon. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. MS Rep.* 1469: 49 p.

ARMSTRONG, R. W. ET A. W. ARGUE. 1977. Trapping and coded-wire-tagging of wild coho and chinook juveniles from the Cowichan River system, 1975. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-77-14: 58 p.

ARO, K. V. ET M. P. SHEPARD. 1967. Pacific salmon in Canada. *Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.* 23: 225–327.

BALL, E. A. R. ET H. GODFREY. 1967. Lengths and ages of chinook salmon taken in the British Columbia troll fishery and the Fraser River gillnet fishery in 1964. *Fish. Res. Board Can. Rep.* 947: 137 p.

1968a. Lengths and ages of chinook salmon taken in the British Columbia troll fishery and the Fraser River gillnet fishery in 1965. *Fish. Res. Board Can. MS Rep.* 952: 130 p.

1968b. Lengths and ages of chinook salmon taken in the British Columbia troll fishery in 1967. *Fish. Res. Board Can. MS Rep.* 998: 79 p.

1968c. Lengths and ages of chinook salmon taken in the British Columbia troll fishery and the Fraser River gillnet fishery in 1966. *Fish. Res. Board Can. MS Rep.* 954: 143 p.

1969. Lengths and ages of chinook salmon taken in British Columbia troll fishery in 1968. *Fish. Res. Board Can. MS Rep.* 1073: 41 p.

1970. Lengths and ages of chinook salmon taken in the British Columbia fishery in 1969. *Fish. Res. Board Can. MS Rep.* 1121: 101 p.

BENNETT, M. G. 1973. Indian fishing and its cultural importance in the Fraser River system. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. & Union of B.C. Indian Chiefs.* 44 p.

BEVERTON, R. J. H. ET S. J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser.* II, XIX: 533 p.

BOURQUE, S. C. ET K. R. PETRE. 1972. Size and maturity of troll chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* caught off the west coast of Vancouver Island in 1969 and 1970. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* 1972-7: 44 p.

BROWN, R. F., V. D. CHAHLEY ET G. D. DEMONTIER. 1977. Preliminary catalogue of salmon streams and spawning escapement of statistical area 14 (Comox-Parksville). *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-77-12: 128 p.

BRYAN, R. C. 1974. The dimensions of a salt-water sport fishing trip or what do people look for in a fishing trip besides fish? *Can. Dep. Environ. Fish. Mar. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-74-1: 35 p.

COOK, R. J. ET S. R. HEIZER. 1978. Basic data for the 1976 Canadian chinook and coho catch sampling and mark recovery program. Vol. 1-4. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. Data Rep.* 58.

CUMMINS, C., M. FRIEDLAENDER ET D. WILLIAMS. 1978. *Impact of salmonid enhancement program on native people*. Prepared for Can. Dep. Environ. by Edwin Reid and Assoc. Ltd. 215 p.

DE HRUSSOCZY-WIRTH, V. C., R. W. ARMSTRONG ET A. W. ARGUE. 1977. A preliminary salmonid reconnaissance of the Toba River system, 1976. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-77-8: 44 p.

FRASER, F. J., C. L. CROSS ET L. C. GOODMAN. 1979. The chinook and coho salmon of the Fraser River past, present and future. *Can. Dep. Fish. Oceans Pac. Reg.* 114 p. (manuscrit inédit)

GODFREY, H. 1968. Review of information obtained from the tagging and marking of chinook and coho salmon in coastal waters of Canada and the United States. *Fish. Res. Board Can. MS Rep.* 953: 172 p.

GOULD, T. ET A. W. ARGUE. 1974. Feedback from salmon fishermen on the 1973 Georgia Strait head recovery program. *Can. Dep. Environ. Fish. Mar. Serv. Pac. Reg. Info. Rep.* PAC/N-74-3: 38 p.

GUNSOLUS, R. T. 1978. The status of Oregon coho and recommendations for managing the production, harvest, and escapement of wild and hatchery-reared stocks. *Oreg. Dep. Fish. Wildl., Columbia Region.* 59 p. (manuscrit inédit)

HARRIS, G. D., A. W. ARGUE, F. LOGIE ET J. SAWATSKY. 1978. Georgia Strait logbook program for salmon sport fishermen: basic catch and effort data, 1974 to 1976. *Fish. Mar. Serv. MS Rep.* 1474: 135 p.

HARRISON, M. C. 1975. Resident boating on the west and northeast coast of Vancouver Island. *Can. Dep. Environ. Fish. Mar. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-75-13: 79 p.

HAW, F. 1963. Comparative hooking mortality between treble and single hooks on chinook salmon. *Pac. Mar. Fish. Comm. Annu. Rep.* 15: 22-24.

HEIZER, S. R. ET A. W. ARGUE. 1972. Basic tag and recovery information for coho and chinook taggings conducted in the Strait of Georgia and Johnstone Strait in 1970 and 1971. *Can. Dep. Environ. Fish. Mar. Serv. Pac. Reg. MS Rep.* 1972-3: 187 p.

1976. Basic catch sampling and coded-wire-tag recovery data for Georgia Strait chinook and coho fisheries in 1973. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-76-9: 50 p.

HEIZER, S. R. ET J. C. BEUKEMA. 1977. Basic data for the 1974 Canadian chinook and coho catch sampling and mark recovery program. Vol. 1-6. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-77-6: 2040 p.

HEIZER, S. R., R. J. COOK ET A. W. ARGUE. 1977. Basic data for the 1975 Canadian chinook and coho catch sampling and mark recovery program. Vol. 1-4. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. Data Rep.* 57: 2330 p.

HENRY, K. A. 1971. Estimates of maturation and ocean mortality for Columbia River hatchery fall chinook salmon and the effect of no ocean fishery. *Oreg. Fish. Comm. Res. Rep.* 3: 13-27.

1978. Estimating natural and fishing mortalities of chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* in the ocean, based on recoveries of marked fish. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull.* 76: 45-57.

HILBORN, R. 1978. Some failures and successes at applying systems analysis to ecological management problems. *J. Appl. Syst. Anal.* 6: 25-31.

HILBORN, R. ET M. LEDBETTER. 1979. Analysis of the British Columbia salmon purse-seine fleet: dynamics of movement. *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 384-391.

HILBORN, R. ET R. M. PETERMAN. 1977. Changing management objectives, p. 68-98. *In* D. V. Ellis [ed.] *Pacific salmon management for people*. Univ. Victoria Press, Victoria, B.C.

HOLLAND, G. A. 1977. Information on coho and chinook salmon stocks originating in Puget Sound and Washington coastal streams north of the Columbia River. *Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.* 36: 25-35.

HOLLING, C. S., A. BAYZKIN, P. BUNNELL, W. C. CLARK, G. C. GALLOPIN, J. GROSS, R. HILBORN, D. D. JONES, R. M. PETERMAN, J. E. RABINOVICH, J. H. STEELE ET C. J. WALTERS. 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management*. John Wiley & Sons, Chichester, England. 377 p.

JEFFERTS, K. B., P. K. BERGMAN ET H. F. FISCUS. 1963. A coded wire identification system for macro-organisms. *Nature* 198 (4879): 460-462.

JEWEL, E. D. ET R. C. HAGER. 1972. Field evaluation of coded-wire-tag detection and recovery techniques, p. 183-190. *In* R. C. Simon and P. A. Larkin [ed.] *The stock concept in Pacific salmon*. H. R. MacMillan Lectures in Fisheries, Univ. British Columbia,

Vancouver, B.C.

JOHNSON, F. C. 1974. First interim report on salmon fishery modeling. *Nat. Bureau Standards Rep.* 74522, Washington, DC.

KEENEY, R. L. 1977. A utility function for examining policy affecting salmon in the Skeena River. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 49–63.

KORN, L. 1977. Information on Columbia River salmon runs and fisheries. *Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.* 36: 1–14.

LANDER, R. H. ET K. A. HENRY. 1973. Survival, maturity, abundance, and marine distribution of 1965–66 brood coho salmon *Oncorhynchus kisutch* from Columbia River hatcheries. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull.* 71: 675–695.

LISTER, D. B., C. W. WALKER ET M. A. GILES. 1971. Cowichan River chinook salmon escapement and juvenile production 1965–1967. *Can. Dep. Fish. Forest. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* 1971-3: 48 p.

MARSHALL, D. E. 1970. Summary of salmon catch and effort statistics for the Strait of Georgia commercial troll fishery (areas 13–18 and District 1), 1951–1969. *Can. Dep. Fish. Forest. Fish. Serv. Pac. Reg. MS Rep.* 1970-3: 54 p.

MARSHALL, D. E., R. F. BROWN, V. D. CHAHLEY ET G. D. DEMONTIER. 1976a. Preliminary catalogue of salmon streams and spawning escapement of statistical areas 17 and 18 (Nanaimo–Ladysmith–Duncan). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-76-6: 90 p.

1977. Preliminary catalogue of salmon streams and spawning escapement of statistical area 13 (Campbell River). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-77-1: 176 p.

MARSHALL, D. E., R. F. BROWN, V. D. CHAHLEY ET L. L. SHANNON. 1976b. Preliminary catalogue of salmon streams and spawning escapement of statistical area 28 (Howe Sound–Burrard Inlet). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-76-4: 143 p.

MARSHALL, D. E., V. D. CHAHLEY ET L. L. SHANNON. 1976c. Preliminary catalogue of salmon streams and spawning escapement of statistical area 16 (Pender Harbour). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-76-1: 90 p.

1976d. Preliminary catalogue of salmon streams and spawning escapement of statistical area 15 (Powell River). *Can. Dep. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-76-2: 54 p.

MATHEWS, S. B. ET R. BUCKLEY. 1976. Marine mortality of Puget Sound coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 1677–1684.

MATHEWS, S. B. ET H. O. WENDLER. 1968. Economic criteria for division of catch between sport and commercial fisheries with special reference to Columbia River chinook salmon. *Wash. State Dep. Fish. Res. Rep. 3:* 93–104.

MCKAY, W. 1977. A socio-economic analysis of native Indian participation in the British Columbia salmon fishery with the proposed salmonid enhancement program. *Can. Dep. Fish. Environ. Tech. Rep.* PAC/T-77-8: 90 p.

MEYER, P. A. ET M. C. HARRISON. 1976. Marina policy in the tidal area of the Pacific coast, a study of the recreational responsibilities of the Small Craft Harbours Branch Environment Canada. *Can. Dep. Environ. Pac. Reg.* 39 p.

MILNE, D. J. 1964a. The chinook and coho salmon fisheries of British Columbia. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 142: 46 p.

1964b. Sizes and ages of chinook *Oncorhynchus tshawytscha* and coho *O. kisutch* salmon in the British Columbia troll fisheries (1952–1959) and the Fraser River gillnet fishery (1956–1959). *Fish. Res. Board Can. MS Rep.* 776: 42 p.

MITCHELL, R., R. A. MAYER ET J. DOWNHOWER. 1976. An evaluation of three biome programs. *Science* 192: 859–865.

MOS, G. J. ET M. C. HARRISON. 1974. Resident boating in Georgia Strait. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-74-5: 75 p.

MUNDIE, J. H. 1969. Ecological implications of diet of juvenile coho in streams, p. 135–152. *In* T. G. Northcote [ed.] *Symposium on salmon and trout in streams, 1968.* H. R. MacMillan Lectures in Fisheries. Inst. Fish., Univ. British Columbia, Vancouver, B.C.

PAINE, J. F., F. K. SANDERCOCK ET B. A. MINAKER. 1975. Big Qualicum River project 1972–1973. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-75-15: 126 p.

PALMER, R. N. 1972. Fraser River chum salmon. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv. Pac. Reg. Tech. Rep.* 1972-1: 284 p.

PARKER, R. R. 1960. Critical size and maximum yield for chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *J. Fish. Res. Board Can.* 17: 199–210.

PARKER, R. R. ET E. C. BLACK. 1959. Muscular fatigue and mortality in troll-caught chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *J. Fish. Res. Board Can.* 16: 95–106.

PARKER, R. R. ET W. KIRKNESS. 1956. King salmon and the ocean troll fishery of southeastern Alaska. *Alaska Dep. Fish. Res. Rep.* 1: 64 p.

PETERMAN, R. M. 1975. New techniques for policy evaluation in ecological systems: methodology for a case study of Pacific salmon fisheries. *J. Fish. Res. Board Can.* 32: 2179–2188.

1977. A simple mechanism that causes collapsing stability regions in exploited salmonid populations. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 1130–1142.

1978. Testing for density-dependent survival in Pacific salmonids. *J. Fish. Res. Board Can.* 35: 1434–1450.

1980. Dynamics of native Indian food fisheries on salmon in British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 561–566.

1982. Nonlinear relation between smolts and adults in Babine Lake sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and implications for other salmon populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 904-913.

PETERMAN, R. M., C. J. WALTERS ET R. HILBORN. 1978. Pacific salmon management, p. 183–214. *In* C. S. Holling [ed.] *Adaptive environmental assessment and management.* John Wiley & Sons, New York, NY.

POPE, J. G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.* 9: 65–74.

REGIONAL MARK PROCESSING CENTER FOR PACIFIC COAST STATES. 1975. 1973 wire tag and fin-mark sampling and recovery report for salmon and steelhead from various Pacific coast fisheries. *Oreg. Dep. Fish. Wildl. Tech. Serv. Fish. Div.* 203 p.

1976. 1974 wire tag and fin-mark sampling and recovery report for salmon and steelhead from various Pacific coast fisheries. *Oreg. Dep. Fish. Wildl. Tech. Serv. Fish. Div.* 382 p.

1977a. 1975 wire tag and fin-mark sampling and recovery report for salmon and steelhead from various Pacific coast fisheries. *Oreg. Dep. Fish. Wildl. Tech. Serv. Fish. Div.* 470 p.

1977b. 1976 wire tag and fin-mark sampling and recovery report for salmon and steelhead from various Pacific coast fisheries. *Oreg. Dep. Fish. Wildl. Tech. Serv. Fish Div.*

RICKER, W. E. 1976. Review of the rate of growth and mortality of Pacific salmon in saltwater, and non-catch mortality caused by fishing. *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 1483–1524.

SANDERCOCK, F. K. ET B. A. MINAKER. 1975. Big Qualicum River project 1973–1974. *Can. Dep. Environ., Dep. Fish. Oceans Pac. Reg. Tech. Rep.* PAC/T-75-16: 120 p.

SENN, H. 1970. Evaluation of 1965 brood coho released from ten Puget Sound and three coastal hatcheries. *Wash. Dep. Fish. Hatchery Div. Final Prog. Rep.* 42 p.

SEWELL, W. R. D. ET J. ROSTRON. 1970. Recreational fishing evaluation. *Can. Dep. Fish. Forest. Fish. Serv., Ottawa.* 133 p.

SINCLAIR, W. F. 1972. The British Columbia sport fisherman. *Can. Dep. Environ. Fish. Serv., Pac. Reg.* 69 p.

SMOKER, W. A. 1953. Stream flow and silver salmon production in western Washington. *Wash. State Dep. Fish. Res. Pap.* 1: 5–12.

WAHLE, R. J., W. D. PARENTE, P. J. JURICH ET R. R. VREELAND. 1975. Releases of anadromous salmon and trout from Pacific coast rearing facilities, 1960–1973. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv. Data Rep.* 101: 443 p.

WALTERS, C. J. ET R. HILBORN. 1976. Adaptive control of fishing systems. *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 145–159.

WALTERS, C. J., R. HILBORN, R. M. PETERMAN ET M. J. STALEY. 1978. Model for examining early ocean limitation of Pacific salmon production. *J. Fish. Res. Board Can.* 35: 1303–1315.

WATT, K. E. F. 1977. Why won't anyone believe us? *Simulation* 28: 1–3.

WILSON, C. C., R. W. ARMSTRONG ET A. W. ARGUE. 1977. Squamish River spawning ground recovery of coded-wire-tagged coho salmon. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. Data Rec.* PAC/D-77-10: 36 p.

WILSON, C. C., R. B. LEWIS, A. W. ARGUE ET R. W. ARMSTRONG. 1978. A preliminary salmonid reconnaissance of the Kakweiken river system including coded-wire-tagging of wild coho juveniles, 1977. *Can. Dep. Fish. Environ. Pac. Reg. MS Rep.* 1467: 100 p.

WORLUND, D. D., R. J. WAHLE ET P. D. ZIMMER. 1969. Contribution of Columbia River hatcheries to harvest of fall chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Nat. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull.* 67:361–391.

WRIGHT, S. 1972. A review of the subject of hooking mortalities in Pacific salmon *Oncorhynchus*. *Pac. Mar. Fish. Comm. Annu. Rep.* 23: 47–65.

WRIGHT, S. ET J. BERNHARDT. 1972. Maturity rates of ocean caught chinook salmon. *Pac. Mar. Fish. Comm. Bull.* 8: 49–60.

YOUNG, F. R. ET W. L. ROBINSON. 1974. Age, size and sex of Columbia River chinook, 1960–1969. *Oreg. Fish. Comm. Data Rep.* 4: 31 p.

Appendice A

Introduction

Pendant l'élaboration du modèle du détroit de Géorgie, les fonctionnaires des pêches ont insisté sur le fait que les prévisions du modèle doivent être aussi «exactes» que possible. Il fallait que le modèle atteigne un seuil crucial de crédibilité pour que les fonctionnaires acceptent de tenir compte des prévisions. En pratique, il fallait obtenir des données fiables pour 1) estimer les paramètres du modèle, 2) attribuer des valeurs initiales aux variables d'état et 3) établir des statistiques normatives pour la vérification des résultats du modèle. Nous décrivons ces données ou encore les sources des données sous les mêmes en-têtes. Nous avons décrit dans les chapitres précédents comment le modèle incorporait les données. Certaines servent plusieurs fois et ainsi, les données sur la prise par unité d'effort ont servi de statistiques de référence et ont servi aussi à l'estimation récursive des coefficients de capturabilité. Les tableaux supplémentaires B.1 à B.15 contiennent les données brutes sur lesquelles sont basées les analyses dont il a déjà été fait mention dans le rapport.

Données servant à l'estimation des paramètres

Mortalité chez les poissons rejetés

Nous définissons ici la mortalité chez les poissons rejetés comme étant la proportion des quinnats et des cohos morts après avoir été décrochés d'un hameçon parce qu'ils étaient plus petits que la limite permise (ou que la limite effective dans le cas de la pêche sportive) ou encore parce qu'ils ont été capturés avant l'ouverture de la saison de pêche de cette espèce.

Wright (1972) a fait un compte rendu de plus de 35 études de marquage de poissons en mer afin de trouver la plage la plus probable des taux de mortalité des quinnats et cohos rejetés en mer. Les taux les plus extrêmes atteignaient 0,6 % (morts immédiates seulement) chez des quinnats capturés avec des engins de pêche sportive dans le détroit de Puget (Haw 1963) et 71 % (morts au cours des jours suivants) chez des quinnats capturés à la traîne au large de l'Alaska (Parker et Black 1959). Wright a conclu qu'avec les engins de pêche commerciale à la traîne, la plage de mortalité totale chez les poissons rejetés variait fort probablement entre 15 et 45 % chez ces deux espèces et il disait que «en règle générale, toute estimation au-delà de 30 % était un peu excessive. . .». Ces estimations valaient pour le coho et le quinnat mesurant entre 35 et 65 cm à la fourche.

Wright avait en mains peu de données pour comparer les taux de mortalité à la pêche sportive et à la pêche à la traîne. Cependant, puisqu'à la pêche sportive, la taille limite fixée est très inférieure à celle de la pêche à la traîne dans le détroit de Géorgie et puisque les petits poissons ont un taux de mortalité supérieur aux autres dans les études du compte rendu de Wright, il s'ensuit que le taux de mortalité chez les poissons rejetés à la pêche sportive devrait excéder celui des poissons rejetés à la pêche à la traîne.

Ricker (1976) conteste le taux général de mortalité fixé à 30 % par Wright parce que la plupart des pêcheurs à la traîne manipulent les poissons rejetés beaucoup plus rudement que les techniciens effectuant les marquages. C'est pour cela que Ricker croit qu'une estimation de la mortalité d'au moins 50 % est raisonnable.

À l'inverse, on peut faire valoir que le traumatisme additionnel causé par la manipulation et le marquage lui-même des saumons équivaut ou dépasse le traumatisme subi lors d'une manipulation brutale entre les mains des pêcheurs commerciaux à la traîne et qu'ainsi, ce traumatisme fait au moins le contrepoids à la manipulation délicate des poissons lors du marquage. On peut même imaginer que l'estimation ponctuelle de Wright soit trop forte.

Considérant la gamme étendue des estimations de la mortalité chez les poissons rejetés et compte tenu de l'incertitude entourant la forme de l'estimation, à savoir ponctuelle ou à l'intérieur d'une plage, nous avons adopté une approche simple pour notre modèle. D'abord, toutes les mesures ont été calculées avec l'hypothèse que les deux types d'engins causaient une mortalité de 30 % chez les poissons rejetés à l'eau des deux espèces, ce que nous considérions être le cas le plus probable. Deuxièmement, les mesures ont été calculées avec les hypothèses, qui nous paraissaient excessives, de 50 % de mortalité avec les engins de pêche à la traîne et de 80 % avec les engins de pêche sportive.

Pour voir si la mortalité parmi les poissons rejetés variait avec la taille du poisson, nous avons comparé la distribution des fréquences selon la taille de quinnats et de cohos marqués avec la distribution des fréquences selon la taille (au moment du marquage) de quinnats et de cohos recapturés. Les figures A.1 et A.2 montrent le rapport longueur moyenne des poissons récupérés/longueur moyenne des poissons au moment du marquage de sujets marqués au cours de plus de 60 études mentionnées par Heizer et Argue (1972). Tout rapport supérieur à l'unité indique qu'il y a plus de mortalité chez les plus petits poissons marqués. La plupart des

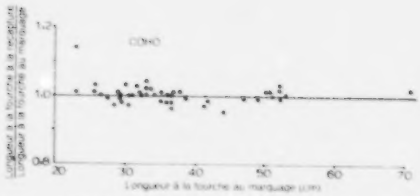


FIG. A.1 Relation entre le rapport longueur moyenne à la recapture/longueur moyenne au marquage, et la longueur moyenne au moment du marquage du saumon coho.

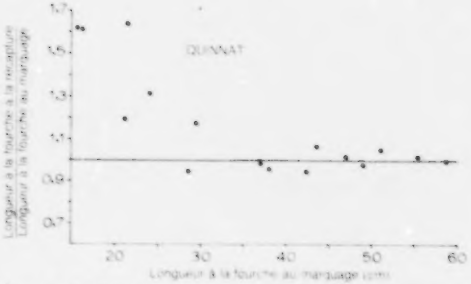


FIG. A.2 Relation entre le rapport longueur moyenne à la recapture/longueur moyenne au marquage, et la longueur moyenne au moment du marquage du saumon quinnat.

rapports se situaient autour de l'unité, particulièrement chez les groupes de poissons dont la longueur à la fourche atteignait 30 cm ou plus. Il semble donc que la mortalité due à la manipulation des poissons et donc, la mortalité des poissons rejetés, est à peu près constante chez tous les poissons mesurant plus de 30 cm de longueur à la fourche. Par conséquent, nous n'avons pas lié la mortalité des poissons rejetés aux variations de longueur.

MORTALITÉ NATURELLE

Il y a eu peu ou pas d'estimations chronologiques de la mortalité naturelle du saumon en mer non entachées d'erreurs systématiques de grandeurs et de tendances inconnues (Ricker 1976). Dans le modèle, la mortalité naturelle intervient deux fois par mois dans les calculs; elle n'englobe pas la mortalité des poissons capturés, mais non débarqués comme, par exemple, la mortalité chez les poissons rejetés.

Parker (1960) estimait que les quinnats de 3 à 5 ans en mer avaient un taux bimensuel de mortalité naturelle de 0,0175. Henry (1978) l'a estimé à 0,026. Ricker (1976) a fait un compte rendu des données parues dans un grand nombre d'articles démontrant que le taux de mortalité naturelle diminuait à mesure que les poissons grossissaient et vieillissaient. Pour calculer la mortalité naturelle du coho, il employait la méthode de l'inverse du poids des poissons décrite par Mathews et Buckley (1976) pour calculer le taux bimensuel de mortalité naturelle.

Le taux de mortalité naturelle instantané employé dans le modèle pour les intervalles bimensuels varie comme suit :

âge en mer	1	2	3	4	5
coho	0,04	0,02			
quinnat	0,035	0,015	0,0075	0,0075	0,0075

ÉMIGRATION

Beaucoup des premiers travaux de marquage en mer ont montré que le quinnat et le coho de 2 ans et plus se déplaçaient librement entre le détroit de Géorgie et les eaux côtières (Godfrey 1968). Cette habitude de dispersion peut avoir des conséquences sur les pêches à la ligne et à l'hameçon du détroit si elles engagent une partie importante du stock du détroit.

De 1963 à 1971, plus de 6 400 quinnats et 31 000 cohos ont été marqués dans le détroit alors qu'ils avaient passé de plusieurs mois à 4 ans en mer (Argue et Heizer 1971; Heizer et Argue 1972; Argue et Heizer 1974). Plus de 800 quinnats et 6 300 cohos furent recapturés. En outre, 4 600 quinnats et 2 100 cohos furent marqués entre 1969 et 1971 sur la côte ouest de l'île Vancouver (Bourque et Pitre 1972). Environ 1 000 quinnats et 400 cohos furent recapturés. Plus de 85 % des poissons marqués ont été recapturés en eau salée.

Nos méthodes étaient simples. Nous ne nous sommes servi que des recaptures des poissons marqués en eau de mer que nous avons divisées en recaptures dans le détroit de Géorgie, en recaptures à l'extérieur du détroit et en recaptures dans les voies de migration, c'est-à-dire dans les détroits de Johnstone, de Puget et Juan de Fuca. Les zones statistiques 13 à 19, 28 et 29 couvrent le détroit de Géorgie, les zones 12 et 20, les voies de migration et les autres zones, l'extérieur du détroit (les zones sont définies dans les rapports qui présentent les données). Nous n'avons pas tenu compte des travaux de marquage quand il y avait moins de cinq sujets recapturés ou si les poissons marqués avaient été pris dans des voies de migration. Pour obtenir une idée grossière de l'émigration hors du détroit, nous avons employé la proportion des poissons marqués dans les eaux du détroit et qui ont été recapturés à l'extérieur. Pour obtenir une idée de l'immigration, nous avons employé la proportion

TABLEAU A.1 Recapture en mer de quinnats marqués sur la côte ouest de l'île Vancouver (1963–1971).

Âge en mer au moment du marquage	Sujets récupérés à l'extérieur/intérieur du détroit de Géorgie[a]				Pourcentage recapturé à l'intérieur (%)
	n	*n* + 1	*n* + 2	Total	
Deux	24/1	43/2	19/2	86/5	6
Trois	173/5	78/5	6/2	257/12	4
Quatre	112/3	2/0	—	114/3	3
Cinq	22/0	—	—	22/0	0
Total	331/9	123/7	25/4	479/20	4
Pourcentage recapturé à l'intérieur	3 %	5 %	14 %	4 %	

[a] *n* = année du marquage

TABLEAU A... Recapture en mer des quinnats marqués dans le détroit de Géorgie.

Âge en mer au moment du marquage	Sujets récupérés à l'intérieur/extérieur du détroit de Géorgie[a]					Pourcentage recapturé à l'extérieur (%)
	n	*n* + 1	*n* + 2	*n* + 3	Total	
Un	7/0	6/0	7/3	2/3	22/6	21
Deux	167/3	45/4	5/2	—	217/9	4
Trois	298/28	94/28	5/3	—	397/59	13
Quatre	6/1	3/1	—	—	9/2	18
Total	478/32	148/33	17/8	2/3	645/76	11
Pourcentage recapturé à l'extérieur	6 %	18 %	32 %	60 %	11 %	

[a] *n* = année du marquage

des poissons marqués hors du détroit et recapturés à l'intérieur. Nous avons supposé que le taux de recapture était le même dans les deux cas.

Peu de quinnats marqués sur la côte ouest ont été recapturés dans le détroit de Géorgie (tableau A.1). La proportion des recaptures dans le détroit variait entre 6 % dans le cas des poissons marqués à 2 ans en mer et 0 % dans celui des poissons marqués à 5 ans en mer. Il se produit un lent retour vers les eaux intérieures puisque la proportion récupérée dans le détroit augmentait en fonction du temps que les quinnats passaient au large.

Il n'y a eu que trois recaptures dans le détroit (< 1 %) de cohos marqués sur la côte ouest de l'île Vancouver. En outre, les fils codés qui ont été retournés dernièrement montrent que les stocks de cohos de la côte ouest comptent pour une partie négligeable des prises dans le détroit (Anon. 1974–1978). Nous concluons sur la foi de ces données que l'immigration des cohos dans le détroit n'est pas importante avant les migrations d'automne. À ce moment-là, il y a beaucoup moins de chances de capturer les cohos à la ligne et à l'hameçon (Argue 1970).

L'émigration des quinnats hors du détroit est plus importante que le mouvement inverse (tableau A.2). Ainsi, les recaptures hors du détroit des poissons marqués en mer variaient entre 4 et 21 % et augmentaient avec le temps passé au large. Cette méthode conduit sans doute à une sous-estimation du pourcentage des quinnats émigrants de 1 et 2 ans en mer parce que cette partie de la population n'atteindrait pas la taille limite de 66 cm avant la troisième année en mer; 36 % des recaptures de quinnats de 3 ans et plus, mais marqués à 1 et 2 ans en mer provenait des pêches extérieures, à comparer à 18 % dans le cas des quinnats marqués à 3 et 4 ans.

À la lumière des données ci-dessus, nous concluons que les quinnats de tout âge émigrent plus qu'ils n'immigrent dans le détroit et que l'émigration est probablement la plus forte à 1 an en mer. Dans le modèle, nous avons donné à l'émigration la valeur de 40 % pour les sujets d'un an, de 25 %

TABLEAU A.3 Recapture en mer des cohos marqués dans le détroit de Géorgie.

Mois du marquage	Sujets recapturés à l'intérieur du détroit de Géorgie	extérieur	Pourcentage recapturé à l'extérieur (%)
Juill.	7	1	13
Août	4	4	50
Sept.	145	32	18
Oct.	161	40	20
Nov.	75	43	36
Déc.	424	47	10
Janv.	1739	260	13
Févr.	370	8	2
Mars	159	8	5
Avril	420	18	4
Mai	69	0	0
Juin	497	10	2
Juill.	27	1	4

pour les sujets de 2 ans, de 15 % pour les sujets de 3 ans, de 10 % pour les sujets de 4 ans et de 0 % pour les sujets de 5 ans. Par hypothèse, les émigrants ne pénètrent pas dans le détroit avant leur migration d'automne.

L'émigration des cohos était la plus importante entre juillet et novembre de la première année en mer (tableau A.3). Cependant, les recaptures à l'extérieur des sujets marqués tôt sont cumulatives, ce qui n'ène à une surestimation des taux mensuels d'émigration. Après février, peu de cohos quittent le détroit. Dans le modèle, nous avons fixé le taux d'émigration à 50 % pour les cohos de 1 an en mer et supposé qu'il n'y avait pas d'émigration des cohos de 2 ans en mer.

CROISSANCE

La courbe de croissance des quinnats et des cohos a été estimée à partir de la mesure directe de la longueur moyenne à la fourche à diverses étapes des programmes de capture (fig. A.3 et A.4). Les programmes de marquage dans le détroit entre 1963 et 1971 ont permis de constituer environ 50 échantillons de taille par espèce, couvrant presque tous les mois et beaucoup de localités autour du détroit (Heizer et Argue 1972). Les quinnats et cohos, capturés à la senne et à la traîne, avaient entre 1 et 3 ans en mer pour les premiers et jusqu'à un peu plus de la première moitié de la deuxième année en mer pour les seconds. Les poissons capturés dont la longueur à la fourche était inférieure à 500 mm ont été pris surtout avec des engins de pêche à la senne non sélectifs quant à la taille.

La moyenne par mois et par âge en mer était calculée à partir de la longueur moyenne des échantillons obtenus au cours des différents programmes de marquage; les figures A.3 et A.4 en donnent les courbes par espèce. La longueur moyenne mensuelle à la fourche des quinnats et des cohos âgés a été calculée à partir des échantillons prélevés par la prise à la traîne et dont les résultats ont été publiés par Argue et Marshall (1976) et Argue *et al.* (1977b).

Les courbes de croissance ont été tracées à l'oeil. La courbe obtenue pour le quinnat est semblable à celle du rapport de 1969 de la section américaine du Comité non officiel du quinnat et du coho (Informal Committee on Chinook and Coho) (Anon. 1969), courbe qui avait été tracée à partir de mesures directes et de calculs à rebours avec l'emploi d'échelles de proportionnalité. Nous avons estimé le poids moyen paré pour chaque

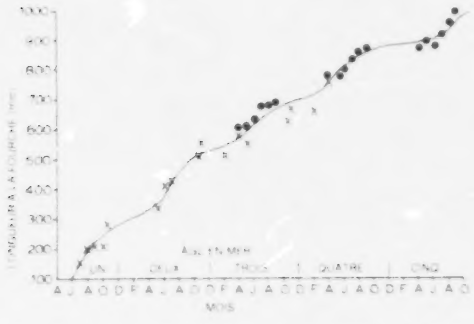


FIG. A.3 Courbe composée de la croissance du quinnat dans le détroit de Géorgie. La courbe est tracée à l'oeil. Les «X» représentent les sujets capturés à la senne coulissante et les cercles, ceux capturés à la traîne.

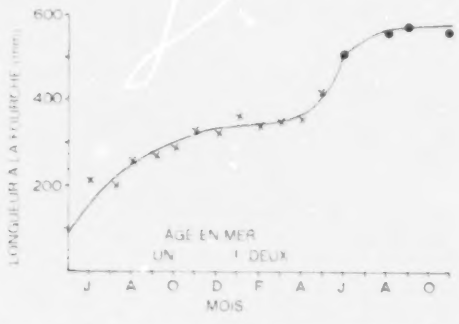


FIG. A.4 Courbe composée de la croissance du coho dans le détroit de Géorgie. La courbe est tracée à l'oeil. Les «X» représentent les sujets capturés à la senne coulissante et les cercles, ceux capturés à la traîne.

espèce (tableau A.4) en rapprochant les rapports longueur-poids d'Argue *et al.* (1977b) aux longueurs données dans les figures A.3 et A.4.

Les données ci-dessus ont aussi servi à calculer les écarts de longueur moyenne chez le quinnat et le coho. Le tableau A.5 donne les coefficients moyens de variation (CV) des poissons constituant nos échantillons, mais regroupés en classes de longueur à la fourche de 50 mm. Dans la plupart des cas, les échantillons étaient constitués de plus de 100 sujets. Aucune tendance ne s'est dégagée. Le CV moyen se situait à 0,08 dans les deux espèces.

Calendriers de maturation

Les taux annuels de maturation du quinnat et du coho ont été estimés par observation directe sur le terrain, avec l'examen de divers indices de maturation gonadique (Bourque et Pitre 1972; Wright et Bernhardt 1972), par l'examen des sujets marqués en mer et recapturés (Parker et Kirkness 1956)

Tableau A.4 Longueur mensuelle moyenne à la fourche des quinnats et des cohos (interprétation obtenue à partir des figures A.3 et A.4) et poids mensuel moyen paré.

Âge en mer	Mois	Longueur à la fourche (mm)	Poids paré (lb)	Âge en mer	Mois	Longueur à la fourche (mm)	Poids paré (lb)
			Quinnat				
Un	Juin	105	0,03	Trois	Sept.	676	7,94
	Juill.	150	0,08		Oct.	687	8,33
	Août	191	0,18		Nov.	696	8,67
	Sept.	224	0,28		Déc.	702	8,89
	Oct.	250	0,40	Quatre	Janv.	705	9,01
	Nov.	272	0,51		Févr.	715	9,40
	Déc.	288	0,61		Mars	728	9,93
Deux	Janv.	302	0,70		Avr.	757	11,17
	Févr.	312	0,77		Mai	791	12,75
	Mars	322	0,85		Juin	821	14,26
	Avr.	333	0,94		Juill.	836	15,06
	Mai	346	1,05		Août	849	15,78
	Juin	375	1,34		Sept.	861	16,46
	Juill.	426	1,97		Oct.	872	17,11
	Août	461	2,50		Nov.	880	17,58
	Sept.	489	2,99		Déc.	885	17,89
	Oct.	508	3,35	Cinq	Janv.	889	18,13
	Nov.	520	3,60		Févr.	891	18,26
	Déc.	530	3,81		Mars	892	18,32
Trois	Janv.	540	4,03		Avr.	892	18,32
	Févr.	548	4,21		Mai	899	18,75
	Mars	556	4,40		Juin	906	19,20
	Avr.	571	4,77		Juill.	924	20,37
	Mai	596	5,43		Août	948	22,01
	Juin	622	6,18		Sept.	965	23,22
	Juill.	646	6,92		Oct.	975	23,95
	Août	662	7,45				
			Coho				
Un	Mai	90	0,01	Deux	Janv.	351	0,98
	Juin	165	0,09		Févr.	362	1,08
	Juill.	200	0,22		Mars	370	1,15
	Août	250	0,33		Avr.	400	1,47
	Sept.	276	0,46		Mai	450	2,14
	Oct.	301	0,60		Juin	510	3,17
	Nov.	317	0,71		Juill.	548	3,98
	Déc.	338	0,87		Août	570	4,50
					Sept.	576	4,65
					Oct.	580	4,76
					Nov.	582	4,81

TABLEAU A.5 Coefficients de variation de la longueur à la fourche chez le coho et le quinnat.

Longueur à la fourche (mm)	Coho		Quinnat	
	Nombre d'échantillons	CV moyen	Nombre d'échantillons	CV moyen
200-250	2	0,10	—	—
251-300	8	0,08	2	0,09
301-350	12	0,07	—	—
351-400	7	0,08	3	0,10
401-450	3	0,09	—	—
451-500	2	0,06	7	0,07
501-550	12	0,08	7	0,07
551-600	9	0,09	2	0,09
601-650	—	—	8	0,09
651-700	—	—	7	0,10
701-750	—	—	—	—
751-800	—	—	4	0,08
801-850	—	—	10	0,08

et plus récemment par l'analyse des juvéniles marqués et recapturés (Henry 1971; Lander et Henry 1973). Les proportions employées ici ont été calculées à partir de ces sources. Nous avons employé les échantillons de juillet-août de Bourque et Pitre et de Wright et Bernhardt et supposé qu'il y avait autant de femelles que de mâles dans les classes d'âge de 2 à 4 ans. Les degrés de maturité des quinnats de 4 ans en mer (présentés dans le tableau 12 de l'article de Parker et Kirkness) constituaient les moyennes mathématiques des «pourcentages de sujets à maturité» dans chacune des trois régions de marquage. Les degrés de maturité des quinnats de 2, 3 et 4 ans en mer ont été tirés de l'article d'Henry (1978) pour les quinnats du Columbia à l'automne (fraie de 1961 et de 1962) et portant la marque générique du fleuve Columbia.

Nous avons supposé que les quinnats de 1 an en mer n'atteignent pas la maturité. La proportion des sujets de 2 ans atteignant la maturité variait entre 17 et 37 % pour les deux relevés sur le terrain et moins de 1 % pour les sujets marqués et recapturés de l'expérience d'Henry. Nous avons considéré que les travaux sur le terrain menaient à une surestimation du taux de maturation des sujets de 2 ans puisque la plupart des échantillons étaient constitués de gros poissons dépassant la taille minimum pour la pêche sportive (20 po) sur la côte de l'État de Washington et la limite de 26 po à la pêche commerciale à la traîne; en outre, toutes les études sur le terrain ont montré que les plus gros poissons de chaque classe d'âge avaient le plus de chances d'avoir atteint la maturité. Nous avons retenu pour le modèle le taux de 3 % de sujets parvenant à maturité chez ceux de la classe de 2 ans, ce qui concorde davantage avec les données d'Henry sur le quinnat d'élevage. Les degrés de maturité des sujets âgés de 3 à 5 ans en mer étaient constitués de la moyenne des mesures obtenues au cours de toutes les études antérieures soit, respectivement, 40, 80 et 100 %.

Les cohos passent 15 à 18 mo en mer (Godfrey 1968), ce qui signifie que tous les cohos de 2 ans atteignent la maturité avant la fin de leur deuxième année en mer. Le degré de maturation des cohos à leur première annee en mer atteignait à peine 3 % chez les poissons marqués et recapturés qui constituaient les fraies de 1965 et 1966 des piscifactures sur le fleuve Columbia (Lander et Henry 1973). C'est un pourcentage probablement trop fort pour les stocks du détroit puisque la plupart des cohos proviennent des rivières et cours d'eau secondaires locaux plutôt que des piscifactures. Les saumoneaux d'élevage libérés font plus du double des saumoneaux sauvages (Paine *et al.* 1975; Sandercock et Minaker 1975; Armstrong et Argue 1977; Argue et Armstrong 1977) et on croit que cet avantage fait grimper considérablement la proportion des sujets devenant des jacks. Par hypothèse, aucun coho ne parvient à maturité à 1 an dans notre étude (après un été en mer).

CHRONOLOGIE DE LA REMONTE

La remonte du quinnat dans les différentes rivières du détroit se fait à des dates fort variables. Le quinnat de la Big Qualicum pénètre dans les eaux de la rivière au cours de la première semaine de septembre, arrive en plus grand nombre au cours de la deuxième moitié de septembre et la remonte est terminée dès la première semaine d'octobre (Paine *et al.* 1975; Sandercock et Minaker 1975). Le quinnat de la Cowichan pénètre en grand nombre dans la baie Cowichan vers la mi-août, sa migration atteint son maximum vers la fin septembre et la remonte est terminée vers la mi-octobre (A.W. Argue, données inédites, Lister *et al.* 1971).

TABLEAU A.6 Dates de recapture en eau douce de quinnats et de cohos marqués au moyen d'étiquettes dans le détroit de Géorgie (1963-1977)[a].

Période de marquage	Période de récupération d'étiquettes (classe des dates dans le calendrier julien et date moyenne correspondante dans le calendrier grégorien)										Recapture totale	Date moyenne de recapture	
	11/6 150-174	6/7 175-199	31/7 200-224	25/8 225-249	19/9 250-274	14/10 275-299	8/11 300-324	3/12 325-349	28/12 350-010	23/1 011-025		Julien	Grégorien
Quinnats													
Nbre 1963-1969	1	2	3	9	12	6					33	248	5/9
% Cum.	3,0	9,1	18,2	45,5	81,8	100,0							
Nbre 1970-1971				2	10	2	1				15	265	22/9
% Cum.				13,3	80,0	93,3	100,0						
Nbre total	1	2	3	11	22	8	1				48	253	10/9
% Cum.	2,1	6,3	12,5	35,4	81,3	97,9	100,0						
Cohos													
Nbre 1963-1969	2	7	13	15	46	47	12	8	2	1	153	268	25/9
% Cum.	1,3	5,9	14,4	24,2	54,3	85,0	92,8	98,0	99,4	100,0			
Nbre 1970-1971		1		5	5	14	8	9	2		44	294	21/10
% Cum.		2,3		13,6	25,0	56,8	75,0	95,5	100,0				
Nbre total	2	8	13	20	51	61	20	17	4	1	197	274	1/10
% Cum.	1,0	5,1	11,7	21,8	47,7	68,5	78,7	87,3	99,5	100,0			

[a]Seulement les données provenant des recaptures suivantes en eau douce ont été considérées : recapture de poissons vivants avec des engins de pêche en eaux de rivière, recapture de poissons vivants dans les voies de migration, recapture de poissons vivants devant les barrières ou les déversoirs. Tous les cas de récupération de poissons morts et de recapture de poissons d'élevage ont été exclus.

Beaucoup de quinnats à la chair rouge sont capturés dans le MacKenzie inférieur en mai, 50 % de la prise est déjà capturée vers la mi- ou la fin juillet et la remonte est terminée à la mi-octobre. Le quinnat à chair blanche suit le même rythme, mais avec un mois de décalage, tandis que la remonte se termine à peu près en même temps que celle du quinnat à chair rouge (Godfrey 1968; Milne 1964b).

Les programmes de marquage en mer dans le détroit entre 1963 et 1969 (Argue et Heizer 1971) et en 1970 et 1971 (Heizer et Argue 1972) ont fourni une chronologie plus générale. On voit dans le tableau A6 que les poissons vivants recapturés en eau douce, à l'exclusion des poissons d'élevage recapturés, ont une remonte variant entre le début juin et la mi-novembre. La date moyenne de recapture était le 5 septembre dans le cas des premiers lots de poissons marqués et du 22 septembre dans le cas des poissons marqués en 1970–1971. Quand nous employons ces données, nous supposons que l'effort de recapture est constant tout au cours de la remonte. Comme les données de marquage (et la chronologie qui en dérive) devraient correspondre le plus possible aux stocks de quinnats pêchés dans le détroit, nous avons choisi dans le modèle une plage chronologique fondée sur les données de marquage, soit de la première semaine de juillet à la première semaine de novembre, avec un maximum près de la mi-septembre.

La remonte du coho dans les rivières du détroit suit un déroulement chronologique apparenté à celui de la remonte du quinnat. Entre 1972 et 1976, le coho de la Big Qualicum pénétrait cette rivière vers la fin septembre, était le plus abondant vers la mi- ou la fin octobre et la remonte était terminée vers la fin novembre (Paine *et al.* 1975; Sandercock et Minaker 1975; T. Perry, Ministère des Pêches et des Océans, 1090 West Pender, Vancouver (C.-B.), données inédites). La remonte dans la rivière Quinsam (T. Perry, données inédites), dans les rivières Squamish et Cowichan (A.W. Argue, données inédites; Lister *et al.* 1971) se produit à 1 ou 2 sem de la remonte dans la Big Qualicum, bien que quelques cohos pénètrent dans la Cowichan et la Squamish (Wilson *et al.* 1977; Argue et Wilson 1978) à des dates très éloignées, même février de l'année suivante. Par comparaison, les prises de cohos aux filets maillants dans le bas Fraser commencent tôt en août, atteignent un maximum vers la fin septembre et sont terminées vers la fin octobre (Godfrey 1968).

C'était prévisible, les recaptures en eau douce des cohos marqués dans le détroit (tableau A.6) montrent que les résidants du détroit ont une remonte plus longue que les périodes considérées plus haut pour des stocks particuliers de cohos. La plupart des recaptures en eau douce ont été effectuées sur le Fraser. Elles ont eu lieu entre la mi-juillet et le début janvier, avec un maximum au cours de la dernière semaine de septembre. Il y avait un important déplacement de la date moyenne de recapture, du 25 septembre dans le cas des sujets marqués entre 1963 et 1969 au 21 octobre pour les sujets marqués en 1970–1971. Cela révèle une importante diminution des stocks de cohos remontant le Fraser tôt. L'importante diminution de la prise de cohos en août dans les pêches aux filets maillants sur le Fraser au cours des dix dernières années confirme cette observation.

Nous avons employé dans le modèle des dates situées entre les dates observées pour des stocks particuliers et les dates obtenues par la recapture des poissons marqués. Nous avons supposé que la remonte du coho commençait vers la mi-août et était terminée dès la première semaine de novembre, un maximum étant atteint dans la deuxième moitié d'octobre.

Vulnérabilité aux engins de pêche sportive et à la traîne

Il y a des saumons des deux espèces capturées par des engins de pêche sportive avant d'atteindre la taille permise pour cette pêche; cependant, il n'existe pas de données sur le moment du recrutement pour cette pêche. Plutôt, nous avons estimé les dates initiales du recrutement à la pêche sportive en prenant la date des premières captures par des pêcheurs sportifs du détroit de quinnats et de cohos marqués avec un fil. Ceux-ci rapportent les têtes des quinnats et des cohos marqués lors du Programme de récupération des têtes du détroit de Géorgie (Gould et Argue 1974). Les figures A.5 et A.6 donnent le nombre mensuel de recaptures de quinnats et cohos marqués avec un fil et nés à différentes années (Anon. 1974–1978). Les premières captures de quinnats ont lieu en septembre de la première année en mer; les premières captures de cohos ont lieu en juillet de la première année en mer. Vers ces dates, les quinnats et les cohos ont environ 20 cm de longueur à la fourche, soit près de 10 cm (4 po) de moins que la limite pour la pêche sportive de 30,5 cm (12 po).

Les quinnats ne sont peut-être pas tous pêchables à la pêche sportive avant l'été de leur deuxième année en mer. L'examen de la figure A.5 montre qu'il y a très peu de recaptures avant juillet de la deuxième année en mer et pourtant, il y a beaucoup de quinnats de 2 ans dans les 3 mo précédant juillet et de plus, cette date venue, le recrutement pour la pêche sportive est complété. Peut-être que les quinnats de 2 ans ne sont pas tous en mesure d'être attrapés à la pêche sportive avant juillet ou peut-être, pour différentes raisons, les pêcheurs sportifs rejettent-ils les quinnats qui ne dépassent la taille limite que de quelques centimètres dans

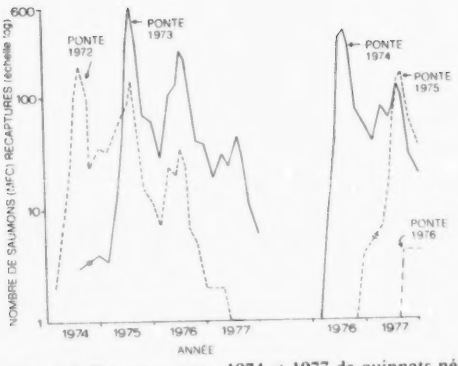


FIG. A.5 Recapture entre 1974 et 1977 de quinnats nés et marqués entre 1972 et 1976 et recapturés par des pêcheurs sportifs du détroit de Géorgie.

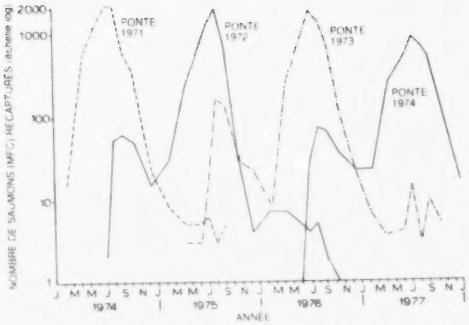


FIG. A.6 Recapture entre 1974 et 1977 de cohos nés et marqués entre 1971 et 1974 et recapturés par des pêcheurs sportifs du détroit de Géorgie.

l'espoir d'attraper de plus gros poissons. Par hypothèse, les quinnats et les cohos de 1 an en mer deviennent vulnérables aux engins de pêche à la traîne à la même période qu'ils le deviennent aux engins de pêche sportive.

STATISTIQUES DE LA PRISE SPORTIVE ET À LA TRAÎNE

Nous avons calculé la moyenne de la prise, à la traîne, à la pêche sportive, à l'effort de pêche et la prise par unité d'effort (PPUE) par mois entre 1972 et 1976 dans les zones statistiques 13–20, 28 et 29ABC (à l'exclusion de la pêche à la traîne dans la zone 20). Nous avons employé ces données moyennes par espèce et par type d'engin dans notre estimation récursive des coefficients de capturabilité de prises à la pêche sportive et à la traîne (chapitre 7). Les données concernant la prise et l'effort sont étudiées plus loin dans l'appendice. Les paramètres de la réaction de la pêche sportive et à la traîne (voir le texte) ont été calculés à partir de l'effort mensuel et des statistiques concernant la prise par unité d'effort (PPUE) de 1967 à 1976 (Anon. 1963–1977, 1968–1977).

EXPLOITATION PAR LA PÊCHE À L'EMBOUCHURE

Par hypothèse, la pêche à l'embouchure récolte une fraction invariable de la remonte échappant à la pêche à la ligne et à l'hameçon. Nous avons d'abord estimé la récolte par la pêche à l'embouchure du fleuve Fraser puisque c'est là qu'elle exploite le plus intensivement les abondants stocks de ce réseau hydrographique. Dans le cas du quinnat, la remonte moyenne de 5 ans (1972–1976) atteignait 65 000 poissons (Anderson 1977). La prise aux filets maillants dans la zone statistique 29 au cours de la même période se chiffrait à 97 000 poissons (Anon. 1968–1977) et nous l'avons majorée de 40 % afin de compenser les sous-déclarations systématiques (A.D. Anderson, Pêches et Océans, Prince Rupert (C.-B.), communications personnelles). La pêche de subsistance par les Indiens en eau douce a été estimée à 32 000 quinnats par année, compte tenu des sous-déclarations (Fraser *et al.* 1979). La pêche sportive en eau douce a été estimée à 44 000 sur la base des résultats d'une enquête menée en 1975; ce sont les seules données disponibles (Anon. 1977). Au total, la pêche à l'embouchure du Fraser récolte 212 000 saumons sur 277 000, soit 77 % de la remonte du quinnat. Les autres stocks de quinnats dans le détroit sont beaucoup moins exploités par la pêche à l'embouchure. On peut estimer grossièrement à 16 000 saumons (27 %) capturés sur une possibilité de 60 000 (Anderson (1977) estime à 44 000 la remonte moyenne provenant du détroit entre 1972 et 1976) la prise commerciale ou au filet, sportive et de subsistance par les Indiens. Donc, le taux général d'exploitation par la pêche à l'embouchure dans notre modèle est estimé à 68 %, soit 228 000 saumons sur 337 000.

L'exploitation du coho dans le Fraser a été estimée à partir des sources employées pour celle du quinnat. La remonte dans le Fraser atteignait en moyenne 54 000 saumons, la pêche aux filets maillants, 44 000, la prise indienne de subsistance au taux ajusté, 38 000, et la pêche sportive, 34 000, ce qui donne un taux d'exploitation global par la pêche à l'embouchure de 116 000 sur 170 000 saumons, soit 68 %. À noter que la prise aux filets maillants sur le Fraser n'a pas été ajustée pour compenser les sous-déclarations parce que le problème est considéré comme étant beaucoup moins grave dans le cas des espèces moins intéressantes comme le coho. Les autres stocks de cohos du détroit sont peu exploités par la pêche à l'embouchure, mais nous avons peu de renseignements à

ce sujet. Nous avons supposé que 40 000 saumons (16 %) étaient récoltés en eau douce (y compris la capture des reproducteurs dans l'embouchure des rivières comme dans la baie Cowichan en octobre-novembre) sur un stock total de 256 000 (la remonte annuelle moyenne de 1972 à 1976 atteint 216 000). Donc, l'exploitation globale à l'embouchure dans notre modèle a été située à 156 000 sur 426 000, soit 37 %. Ce taux a été appliqué chaque année, quelque soit l'importance de la remonte (nous avons fait de même pour le quinnat).

Une fraction réduite des quinnats et des cohos résidant dans le détroit provient des cours d'eau de l'État de Washington; nous avons supposé que le niveau d'exploitation à l'embouchure de ces stocks était le même que celui des stocks canadiens.

Données initiales du modèle

Proportion des saumons du détroit de Géorgie remontant frayer

Pour calibrer le modèle, il a fallu estimer la proportion des quinnats et des cohos qui remontaient les cours d'eau des zones statistiques 13 à 18, 28 et 29 et qui survivaient à la pêche dans le détroit (tableau A.7). Il s'agirait donc des survivants résidants élevés exclusivement dans les eaux salées du détroit de Géorgie (Anon. 1965).

Dans le cas des deux espèces, ces estimations ont un caractère fortement subjectif. Elles reposent sur une évaluation des données 1973-1976 du programme de récupération des étiquettes (Argue et Heizer 1974; Heizer et Argue 1976; Heizer et Beukema 1977; Heizer *et al.* 1977; Cook et Heizer 1978) sur la zone de prise et sur la voie générale de migration. Par exemple, presque tous les quinnats porteurs du fil codé et qui provenaient des rivières débouchant dans le détroit de Géorgie (les rivières Campbell, Puntledge, Big Qualicum, Nanaïmo, Cowichan) ont été capturés au nord du lieu de remise en liberté; en outre, très peu ont été recaptures sur la côte ouest de l'île Vancouver. Par comparaison, la plupart des stocks de cohos marqués du détroit présentaient une tendance modérée à migrer vers le sud et l'ouest. Dans le cas du coho, nous avons pu contrevérifier ces données avec des données sur les stocks provenant des zones statistiques 14, 18, 19 et 29, fondées sur l'analyse discriminante des lignes de croissance observées sur les écailles des cohos remontant frayer. L'analyse a montré que les lignes de croissance formées chez les sujets en eau salé du détroit au cours de la deuxième année en mer étaient différentes de celles formées chez les sujets trouvés sur la côte ouest de l'île Vancouver à leur deuxième année en mer. En employant ce «caractère» en même temps que la longueur à la fourche des reproducteurs, il est estimé qu'il y avait entre 30 % (p. ex., dans la rivière Big Qualicum) et 90 % (p. ex., dans la Cowichan) de cohos non résidants dans la remonte sur différentes rivières débouchant dans le détroit de Géorgie (A.W. Argue, données inédites).

Les estimations concernant le pourcentage de quinnats résidant dans le détroit sont généralement plus faibles que celles concernant le coho. C'est assez normal puisque le quinnat tend à migrer vers le nord et que toutes les classes d'âge tendent à quitter progressivement les eaux du détroit.

Stocks américains dans les eaux du détroit

La plupart des quinnats et des cohos capturés dans le détroit proviennent de cours d'eau canadiens. Dans une analyse des données sur la recapture de sujets marqués en eau salée dans le détroit et recapturés en eau salée et par la pêche à l'embouchure en eau douce entre 1963 et 1971, Argue et Heizer ont estimé que les stocks américains de

Tableau A.7 Pourcentage estimé des quinnats et cohos ayant survécu aux pêches dans le détroit de Géorgie et qui se sont déplacés dans des zones statistiques du détroit de Géorgie, du détroit de Johnstone et du détroit Juan de Fuca; moyenne 1972-1976 de la survie totale.

	Quinnats		Cohos	
Zone statistique	Pourcentage dans le détroit de Géorgie	Survie totale	Pourcentage dans le détroit de Géorgie	Survie totale
13	10 %	11 500	30 %	28 000
14	30	2 000	65	35 500
15-16	20	12 000	40	38 000
17	30	1 000	65	5 500
18	40	6 000	10	49 000
28	30	11 500	60	60 000
29	30	65 000	40	54 000
Total		109 000		270 000

quinnats et de cohos, principalement du détroit de Puget et de la partie sud du détroit de Géorgie, comptaient pour à peu près 10 % de la pêche à la traîne et pour 18 % de la pêche sportive. Ces estimations sont proches de celles des chercheurs américains (Anon. 1975). Il faudra attendre l'analyse des étiquettes récemment récupérées pour obtenir des estimations encore plus précises. Dans notre étude, nous avons supposé que 15 % des quinnats et des cohos du détroit qui étaient recrutés pour la pêche sportive et à la traîne provenait de stocks américains sauvages et mis en valeur.

Limites de taille

En vertu des règlements de pêche adoptés en Colombie-Britannique, le quinnat et le coho doivent peser plus de 1,4 kg (3 lb) en poids brut et plus de 1,1 kg (2,5 lb) en poids paré quand ils sont capturés à la traîne dans le détroit de Géorgie. Cependant, la limite ne s'applique pas au coho entre le 15 juin et le 31 juillet. Il n'y a donc pas de taille minimale pour le coho capturé à la traîne dans le détroit au cours du premier mois de pêche à la traîne, soit du 1er au 31 juillet. Au cours de juillet, moins de 1 % du coho capturé à la traîne n'atteint pas 38 cm (15 po) (Argue et Marshall 1976; Argue *et al.* 1977), de sorte que nous pouvons considérer cette longueur comme étant une limite jusqu'au 31 juillet. Passé cette date, on substitue au poids paré de 2,5 lb la longueur minimale à la fourche de 47 cm (18,5 po) calculée à partir du rapport longueur de la fourche — poids paré pour le coho par Argue *et al.* (1977b).

Beaucoup de pêcheurs sportifs sont d'avis que la limite de longueur pour la pêche sportive est trop généreuse (Tom Shardlow, Pêches et Océans, 60 Front Street, Nanaïmo (C.-B.), données inédites) et beaucoup d'habitués de la pêche à la ligne et à l'hameçon remettent en liberté les poissons de 30,5 cm (12 po) (la longueur minimum) à 50,8 cm (20 po) environ.

Apparemment, les deux espèces ne sont pas entièrement vulnérables aux engins de pêche sportive avant qu'elles ne dépassent 30,5 cm (12 po). Le recrutement partiel et la remise en liberté d'une certaine partie des saumons doit se traduire en réalité par une longueur limite à la pêche sportive un peu plus élevée que la limite permise par la réglementation. Nous avons supposé dans le modèle que la longueur limite réelle pour le quinnat et le coho était de 33 cm (13 po).

Valeur au débarquement de la prise à la traîne

Des informations contenues sur les coupons de caisse obtenus des pêcheurs et des usines de transformation du poisson par le ministère des Pêches et des Océans a constitué la base pour le calcul du prix à la livre, selon la qualité et par semaine statistique du saumon pêché à la traîne; les résultats sont donnés en dollars de 1976. Les données ont été fournies par l'*Economics and Special Industry Services Unit*, ministère des Pêches et des Océans, Vancouver (C.-B.). Les quinnats sont réunis, en classes (poids paré) de moins de 8 lb (3,6 kg), 8 à moins de 12 lb (5,4 kg) et 12 lb et plus. Les classes de cohos sont, en poids paré, moins de 7 lb (3,2 kg) et 7 lb et plus (les saumons parés sont éviscérés et gardent leur tête).

Limite quotidienne de prises pour la pêche sportive

Pour évaluer les effets d'un changement de la limite quotidienne de prises, il fallait que nous ayions des estimations nominales et saisonnières du nombre de pêcheurs à la ligne et à l'hameçon capturant aucun, un, deux, trois et quatre saumons par jour-pêcheur. Étant donné la rareté des données pour le détroit, nous avons commencé par examiner les estimations des données obligatoires sur cartes perforées pour la pêche dans le détroit de Puget (C. Baranski, *Wash. Dep. Fish.*, Olympia, WA, communication personnelle, données de 1973–1975). Le tableau A.8 montre la proportion des expéditions de pêche à la ligne dans le détroit de Puget, y compris la zone statistique de Neah Bay, qui se sont soldées par la capture de différents nombres de saumons par journée-pêcheur. À noter que la limite quotidienne de prises dans l'État de Washington est de trois par personne, à comparer à quatre par personnes en Colombie-Britannique. La majorité des expéditions dans le détroit de Puget (76 %) n'a permis de ramener aucun saumon.

Dans le cas de la Colombie-Britannique, nous avons pu récupérer quelques données, et non sans peine, à partir d'un recensement effectué en haute mer sur la pêche sportive, entre juin et septembre 1965, dans la région de Victoria–Inlet Saanich dans les îles Gulf du sud (A.W. Argue, données inédites). La fréquence des distributions ainsi obtenue était tout à fait semblable à celle du détroit de Puget (1973) (tableau A.8). Nous avons obtenu d'autres données pour la Colombie-Britannique à partir d'un recensement effectué sur la pêche sportive en 1976 à partir de la terre ferme dans la région de Pender Harbour en août et au début septembre (tableau A.8). Les pêcheurs à la ligne et à l'hameçon de Pender Harbour semblent avoir connu plus de succès, en partie parce que le recensement de 1965 avait mené à une sous-estimation de la prise quotidienne par pêcheur (puisque beaucoup de pêcheurs continuaient de pêcher après avoir été interviewés). Les deux recensements de la Colombie-Britannique entraînent une légère sous-

TABLEAU A.8 Pourcentage des pêcheurs-journées ayant conduit à différentes prises par jour. Les données sur le détroit de Puget ont été obtenues à partir des données obligatoires sur cartes perforées. Les données sur le détroit de Géorgie proviennent de relevés de pêche tenus volontairement par certains sportifs et de deux recensements sur la pêche sportive.

Année	Prises quotidiennes par pêcheur-expédition					Nombre total de pêcheurs-expéditions	Prises par pêcheur-expédition
	Zéro	Un	Deux	Trois	Quatre ou plus		
Détroit de Puget (y compris Neah Bay)							
1973	79,9 %	12,4 %	4,5 %	3,2 %	<0,1 %[a]	1 085 223	0,3
1974	77,2	12,5	5,7	4,6	<0,1	1 320 882	0,4
1975	71,5	16,3	6,9	5,3	<0,1	1 200 345	0,5
1976	73,2	15,1	7,1	4,6	<0,1	1 389 741	0,4
Moyenne	75,5	14,1	6,1	4,4	<0,1		0,4
Détroit de Géorgie (relevés des sportifs)							
1975	26,2	33,9	19,9	16,5	3,5	2 342[b]	1,4
1976	23,7	35,0	18,1	19,3	3,9	8 061[b]	1,5
Moyenne	25,5	34,5	19,0	17,9	3,7		1,4
Îles Gulf du sud (recensement sur la pêche sportive)							
1965	81,8	11,9	4,2	1,6	0,5	2 190[b]	0,3
Pender Harbour (recensement sur la pêche sportive)							
1976	67,7	22,9	5,1	3,5	0,7	594[b]	0,5
Moyenne des recensements sur la pêche sportive	74,8	17,4	4,7	2,6	0,6		0,4

[a]Déclaration inexacte de la prise par les pêcheurs de l'État de Washington.
[b]Importance de l'échantillon.

estimation puisqu'ils ne tiennent pas compte du nombre d'expéditions effectuées chaque jour par les pêcheurs.

Les pêcheurs sportifs qui tiennent volontairement des relevés de leurs prises ont constitué une autre source de données pour le détroit (Harris *et al.* 1978). Ces pêcheurs ont été choisis parce qu'ils ont des succès supérieurs à la moyenne (tableau A.8).

Le choix d'une prise quotidienne nominale par pêcheur dans le modèle a donc été tout à fait arbitraire. En premier, nous nous sommes dit que les deux recensements de la Colombie-Britannique, sur la pêche sportive, menaient à une sous-estimation de la prise sportive quotidienne pour les raisons déjà mentionnées. En outre, ces données ont été obtenues dans des secteurs du détroit assez peu fréquentés tant par les saumons que les pêcheurs. Par ailleurs, les pêcheurs du détroit qui tiennent un relevé de leurs prises font partie des pêcheurs les plus habiles, de toute évidence. En fin de compte, nous avons simplement fait la moyenne des trois sources de valeurs moyennes (fig. A.7), c'est-à-dire les données du détroit du Puget, les données provenant du recensement sur la pêche sportive dans le détroit de Géorgie et les données tirées des relevés de certains pêcheurs du détroit de Géorgie. Ainsi, dans le modèle, nous avons supposé que 59 % de toutes les expéditions de pêche ne menaient à aucune prise, 22 % menaient à la prise d'un saumon, 10 % à la prise de deux saumons, 8 % à la prise de trois saumons et 1 %, à la prise de quatre saumons.

Pour faciliter la comparaison avec les données de prises par pêcheur, le tableau A.9 fait la conversion des données de la Colombie-Britannique en prises par bateau-jour. Dans cette optique, les pêcheurs tenant un relevé sont encore plus efficaces. Moins de 20 % des bateaux-jours de ce groupe n'ont pas donné de prises, à comparer à 79 % pour les pêcheurs des îles Gulf du sud et à 58 % pour les pêcheurs de Pender Harbour.

TABLEAU A.9 Pourcentage des bateaux-jours en saison menant à la capture de 0 à plus de 9 saumons par jour. Les données sur le détroit de Géorgie sont tirées du relevé tenu par certains sportifs et des recensements sur la pêche sportive.

Année	Prise quotidienne par bateau-jour										Nombre total de bateaux-jours	Prise par bateaux-jours
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9+		
Détroit de Géorgie (relevé des sportifs)												
1975	19,9 %	21,5 %	16,1 %	11,3 %	14,3 %	4,8 %	2,8 %	1,9 %	5,1 %	2,4 %	1 268	2,7
1976	16,5	21,0	15,6	12,5	12,7	5,5	4,3	2,9	6,0	3,0	4 139	3,0
Moyenne	18,2	21,3	15,9	11,9	13,5	5,2	3,7	2,4	6,5	2,7		2,85
Îles Gulf du sud (recensement sur la pêche sportive)												
1965	78,7	13,2	4,5	2,3	0,5	0,6	0,3	—	—	—	668	0,4
Pender Harbour (recensement sur la pêche sportive)												
Moyenne obtenue lors du recensement sur la pêche sportive de 1976	58,1	19,5	7,4	4,9	3,1	1,3	1,5	0,8	1,7	1,7	594	1 1
	68,4	16,4	6,0	3,6	1,8	1,0	0,9	0,4	0,9	0,9		0,8

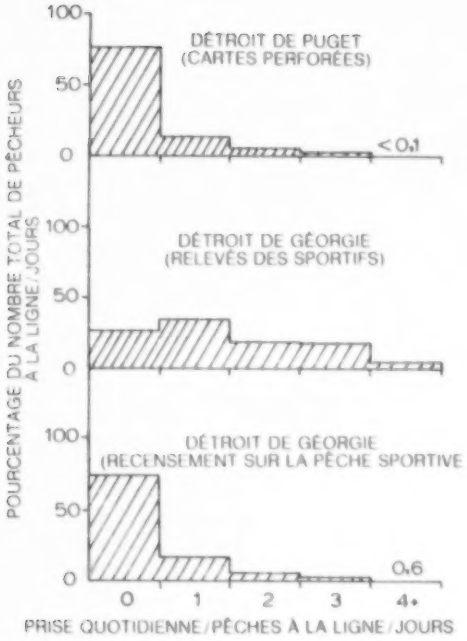


FIG. A.7 Distribution moyenne de fréquence des pourcentages des pêcheurs à la ligne capturant par journée de pêche 0, 1, 2, 3 et 4 poissons ou plus (résultats obtenus des valeurs moyennes du tableau A.8).

Données de base pour tester les prévisions du modèle

STATISTIQUES SUR LA REMONTE

Chaque année, les fonctionnaires locaux des pêcheries ou leur personnel d'été visitent au moins une fois à pied, par hydravion, par hélicoptère ou en bateau, à peu près tous les cours d'eau de leur région qui abritent les saumons venus frayer. Toutes les estimations de la remonte obtenues de cette source résultent d'un dénombrement à vue. La remonte des quinnats et des cohos exclut les jacks (mâles à maturité âgés de 2 ans), mais comprend tous les sujets d'élevage. Dans le détroit de Géorgie (zones 13–18, 28, 29), la remonte a atteint 109 000 quinnats et 270 000 cohos en moyenne entre 1972 et 1976 (Anderson 1977) (tableau A.7).

Les estimations chiffrées basées sur cette méthode subjective comportent beaucoup d'aléas (Aro et Shepard 1967), particulièrement dans le cas d'espèces moins facilement accessibles et frayant plus tard, comme les quinnats et les cohos. Il reste que les rivières entourant le détroit de Géorgie sont les mieux recensées de la Colombie-Britannique car les frayères sont faciles d'accès, la distribution et la chronologie de la fraie sont bien connues et la constance méthodologique est meilleure. Dans un certain sens, les estimations de la remonte de saumons provenant du détroit sont probablement comparables d'une année à l'autre même si elles ne sont pas très précises. À des périodes différentes, beaucoup des grands réseaux hydrographiques entourant le détroit ont été le lieu d'importants dénombrements des reproducteurs au moyen de barrières, par marquage et recapture ou par d'autres façons assez exactes. Dans ces cas, le personnel gouvernemental sur le terrain doit fournir son propre dénombrement de façon à établir la valeur relative de ses propres données, mais cette consigne n'a pas toujours été suivie. Au total, l'énumération effectuée par le personnel du Ministère semble comporter une sous-estimation systématique.

Dans le texte, quand nous avons parlé de la remonte au cours des années passées, nous avons mis de côté les données sur la remonte des sujets d'élevage et sur la remonte dans les cours d'eau dont les données sont très incomplètes. Nous avons aussi corrigé vers le bas les valeurs de la remonte de quinnats entre 1974 et 1977 sur la Cowichan à cause de l'influence d'études biologiques indépendantes sur les estimations faites sur le terrain.

STATISTIQUES SUR LA PRISE ET L'EFFORT DE PÊCHE À LA TRAÎNE

Les données sur la prise commerciale proviennent des coupons de caisse qu'on doit obligatoirement fournir à Pêches et Océans (Anon. 1968–1977). L'effort de pêche en jours dans les zones statistiques 13–18, 29a, 29b et 29c a été calculé sur une base mensuelle durant la saison de pêche à la traîne (du 15 avril au 30 septembre). Le niveau nominal de la prise est le produit de l'effort nominal de pêche et de la moyenne mensuelle de la prise par unité d'effort (PPUE) (et par espèce) dans les secteurs désignés. Les prises mensuelles ont été regroupées en classes d'âge sur la base de la composition moyenne des groupes d'âge (voir plus loin). Ces données de la période 1972 à 1976 constituent les valeurs de référence auxquelles sont comparées les prévisions du modèle.

STATISTIQUES DES PRISES SPORTIVES

Les récentes données sur la prise et sur l'effort de pêche sportive, publiées par le ministère des Pêches et des Océans (Anon. 1963–1977), comportent une grave erreur systématique. S'appuyant sur une technique de marquage et de recapture des saumons à nageoire adipeuse coupée, Argue *et al.* (1977a) ont estimé qu'entre 1972 et 1976, le véritable niveau de la prise sportive du quinnat et du coho

était au moins 2,2 fois supérieur au niveau signalée. Les enquêtes socio-économiques par questionnaires qui ont été effectuées en 1973 (Moss et Harrison 1974: Harrison 1975) et en 1975 (Anon. 1977) ont donné des estimations de la prise sportive qui atteignait 2,8 et 3,5 fois le niveau officiel de prise durant ces années. De récents recensements faits à l'aide de pièges du secteur de Pender Harbour en août 1976 (R. Boyd, Pêches et Océans, 1090 West Pender, Vancouver (C.-B.), données inédites) et du secteur de la rivière Campbell en juillet et en août 1977 et 1978 (S.R. Heizer, Pêches et Océans, données inédites) montrent que l'écart entre les données officielles et celles recueillies au cours des recensements atteint un facteur 3 et 3,5 pour ces deux secteurs et pour les périodes considérées.

L'effort de base de pêche sportive (en bateau-jours) a été estimé en établissant l'effort mensuel moyen de pêche connu à l'aide des résultats publiés entre 1972 et 1976 (Anon. 1963, 1977) dans les zones statistiques 13–20, 28, 29ABC, et en les convertissant en une proportion de l'effort annuel moyennes. Ensuite, l'effort de pêche sportive annuelle révisée (moyenne de 1972 à 1976) calculée par Argue *et al.* (1977a) a été découpée sur une base mensuelle en tenant compte des proportions établies précédement. La prise sportive de base a été estimée en multipliant, par l'effort mensuel de pêche déterminé plus haut la prise mensuelle moyenne par unité d'effort et par espèce, d'après les statistiques de prise sportive (publiées pour la période 1972–1976). La prise mensuelle a été découpée en classes d'âge sur la base de la composition moyenne des groupes d'âge (voir plus loin). La prise, l'effort de pêche et la prise par unité d'effort (PPUE) prévus dans le modèle ont été comparés à ces données de base révisées.

Structure d'âge des saumons capturés à la traîne

La structure d'âge des quinnats capturés à la traîne a été calculée à partir d'échantillons pris entre 1965 et 1969 par Ball et Godfrey (1968a, b, c, 1969, 1970), par Argue et Marshall (1976) et par Argue *et al.* (1977b). Les plus récentes données sur l'âge déduites lors d'échantillonnages à cette fin (partie du Programme de récupération des fils codés de la Colombie-Britannique (Argue, 1976)) ne sont pas encore disponibles. Le tableau A.10 donne la composition mensuelle par âge telle que déterminée à partir des rapports susmentionnés. La moyenne obtenue à partir de ces données risque de sous-estimer le niveau actuel de prise à la traîne des sujets âgés de 2 et de 3 ans en mer puisque la pêche sportive et à la traîne ont fait considérablement augmenter le niveau d'exploitation au cours des 8 dernières années (Argue *et al.* 1977a). L'échantillonnage des prises signalé par Milne (1964b) a montré que les cohos capturés à la traîne avaient tous passé 2 ans en mer.

Structure d'âge des saumons capturés à la pêche sportive

La structure d'âge des quinnats et des cohos capturés à la pêche sportive (tableaux A.11 et A.12) a été calculée à partir des fils codés volontairement retournés de chaque mois entre 1975 et 1977; les poissons marqués provenant des pontes de 1970 à 1975 (Anon. 1974–1978). Le nombre des saumons marqués qui étaient remis en liberté chaque printemps variait assez (du simple au double), mais pas plus que les variations naturelles du nombre de migrateurs vers l'aval. Quand on les compare, la structure d'âge du quinnat décrite ici et celle obtenue lors d'un recensement fait à l'aide de pièges estival (tableau A.13, A.W. Argue, données inédites) sont en étroite corrélation.

Statistiques des pêches à l'embouchure et structure d'âge

Nous avons décrit plus tôt dans l'appendice l'origine des données sur les prises à la pêche à l'embouchure. Nous avons quelques données se rapportant à l'âge que nous avons pu comparer à nos prévisions sur la structure de la pyramide d'âge des quinnats remontant frayer. Le tableau A.14 donne la structure d'âge des quinnats capturés aux filets maillants sur le Fraser à des dates reculées, soit de 1952 à 1956 et de 1957 à 1959 (Milne 1964b) et, plus récemment, entre 1966 et 1968 (Ball et Godfrey 1967, 1968b, c). Les données du tableau A.14 sur la Big Qualicum sont la moyenne des remontes de 2 ans, soit 1972 et 1973 (Paine *et al.*, 1975; Sandercock et Minaker 1975). Les échantillons de la capture aux filets maillants sur le Columbia de saumon remontant frayer l'automne proviennent de Young et Robinson (1974). Dans tous les cas, la proportion des quinnats de 2 ans, a été sous-estimée parce que les saumons de cette classe étaient capturés en moins grand nombre avec les engins de pêche (ou d'échantillonnage) que ceux des autres classes. Au bilan, il y a eu à peu près autant de quinnats de 3 ans que de quinnats de 4 ans (environ 45 %), tandis que la plupart du temps, les quinnats de 5 ans comptaient pour moins de 5 % de la remonte. Pour les années les plus récentes, la structure d'âge devrait faire une plus grande place aux jeunes saumons par suite de l'accroissement significatif de l'exploitation par la pêche sportive et à la traîne. Mieux encore, il ne faut pas exclure la possibilité d'observer plus de 30 % de mâles de 2 ans en mer et moins de 2 % de mâles de 5 ans en mer chez les sujets capturés au moment de la remonte.

TABLEAU A.10 Structure d'âge (%) des quinnats du détroit de Géorgie (zones 13–18 et district 1) pris à la traîne (nombre de poissons) entre 1965 et 1969.

Mois	Âge en mer	1965	1966	1967	1968	1969	Moyenne (%)
Avril	2	—	3,2	0,2	0,8	—	0,8
	3	73,1	77,2	84,1	73,7	77,5	77,1
	4	25,9	19,6	15,4	25,1	21,9	21,6
	5	1,0	—	0,3	0,4	0,7	0,5
Prise[a]		5 819	13 352	35 083	15 798	15 195	
Mai	2	3,3	4,0	1,6	0,6	2,0	2,3
	3	76,5	79,0	83,2	62,9	78,0	75,9
	4	19,2	16,9	15,0	35,7	19,0	21,2
	5	1,0	0,1	0,3	0,7	1,0	0,6
Prise		9 359	21 621	36 363	21 513	27 008	
Juin	2	14,4	9,9	4,5	0,8	14,2	8,8
	3	63,1	70,6	82,6	63,4	69,7	69,9
	4	21,8	19,2	12,7	35,2	14,7	20,7
	5	0,7	0,3	0,2	0,6	1,5	0,6
Prise		8 450	14 325	16 785	13 266	18 803	
Juillet	2	30,2	42,9	24,9	20,8	25,0	28,8
	3	54,7	47,0	69,5	59,7	63,3	58,8
	4	14,8	9,8	5,6	19,2	10,5	12,0
	5	0,4	0,3	—	0,4	1,2	0,4
Prise		16 901	20 656	22 529	15 811	16 616	
Août	2	53,5	57,6	25,3	32,8	36,8	41,2
	3	40,8	37,2	68,8	38,6	56,3	48,3
	4	5,5	5,1	4,8	27,1	6,5	9,8
	5	0,2	0,1	1,1	1,5	0,4	0,7
Prise		17 007	17 066	10 263	7 731	8 977	
Septembre	2	68,5	74,0	69,0[b]	75,8	78,8	73,2
	3	28,0	23,8	22,1	17,8	21,2	22,6
	4	3,4	2,2	6,5	6,4	—	3,7
	5	0,2	—	2,4	—	—	0,5
Prise[c]		25 414	13 781	6 786	11 134	11 403	
Total	2	36,7	30,5	11,8	18,0	19,2	23,2
	3	50,2	56,8	77,6	55,9	65,9	61,3
	4	12,6	12,5	10,2	25,6	13,9	15,0
	5	0,5	0,2	0,4	0,5	0,9	0,5
Prise totale en saison[d]		89 021	100 801	127 809	82 253	98 005	

[a]6 071 quinnats capturés entre le 1er février et le 14 avril 1965 seulement.
[b]Structure d'âge en septembre d'après les données de Ball et Godfrey (1968c), la structure d'âge durant le reste de l'année provenant des données d'Argue *et al.* (1977b).
[c]Prises combinées de septembre et d'octobre.
[d]Prises tirées d'un article de Marshall (1970).

TABLEAU A.11 Structure d'âge (%) des quinnats du détroit de Géorgie (zones 13-20, 28, 29) capturés à la pêche sportive en eaux à marée et à partir des fils codés qui ont été retournés sur une base volontaire, entre 1975 et 1977.

Période	Âge en mer	1965	1976	1977	Moyenne (%)
Janvier	2	6	1	3	3,3
	3	47	78	56	60,3
	4	47	15	38	33,3
	5	—	6	3	3,0
Février/mars	2	6	3	—	3,0
	3	53	73	65	63,7
	4	41	19	32	30,7
	5	—	5	3	2,7
Avril/mai	2	12	6	5	7,7
	3	49	74	65	62,7
	4	39	17	28	28,0
	5	—	3	2	1,7
Juin	2	27	20	18	21,7
	3	41	65	58	54,7
	4	32	10	23	21,7
	5	—	5	1	2,0
Juillet	2	69	53	38	53,3
	3	21	40	44	35,0
	4	10	6	18	11,3
	5	0,2	1	—	0,4
Août	1	—	—	0,3	0,1
	2	76	61	45	60,7
	3	17	34	40	30,3
	4	7	4	14	8,3
	5	0,3	1	0,3	0,5
Septembre	1	—	—	1	0,3
	2	76	69	54	66,3
	3	15	29	33	25,7
	4	9	2	11	7,3
	5	0,3	0,5	0,3	0,4
Octobre/novembre	1	—	0,4	3	1,1
	2	75	63	59	65,6
	3	17	33	27	25,6
	4	8	4	11	7,6
	5	—	—	0,5	0,2
Décembre	1	1	3	5	3,0
	2	78	56	56	63,3
	3	15	39	30	28,0
	4	6	2	9	5,7
	5	—	—	—	—
Total[a]	1	<0,1	0,2	0,8	0,4
	2	60,3	48,2	34,7	47,7
	3	24,4	43,6	44,9	37,6
	4	15,1	6,5	18,6	13,4
	5	0,2	1,5	0,9	0,9

[a]Calculé à partir des marques récupérées chaque année et par année de ponte.

TABLEAU A.12 Structure d'âge (%) des cohos capturés à la pêche sportive en eaux à marée dans le détroit de Géorgie (zones 13-20, 28, 29) à partir des fils codés retournés sur une base volontaire et pour 1975-1977.

Période	Âge en mer	1975	1976	1977	Moyenne
Janvier	2	100	100	100	100
Février/mars	2	100	100	100	100
Avril/mai	2	100	100	100	100
Juin	1	1	0,1	2	1,0
	2	99	99	98	99,0
Juillet	1	1	2	4	2,3
	2	99	98	96	97,7
Août	1	8	5	10	7,7
	2	92	95	90	92,3
Septembre	1	16	8	16	13,3
	2	84	92	84	86,7
Octobre/novembre	1	42	19	36	32,3
	2	58	81	64	67,7
Décembre	1	85	53	85	74,3
	2	15	47	15	25,7
Total[a]	1	7,4	4,4	9,9	7,2
	2	92,6	95,6	90,1	92,8

[a]Calculé à partir des fils codés récupérés chaque année et par année de ponte.

TABLEAU A.13 Comparaison de la structure d'âge du quinnat observée lors du recensement sur la pêche sportive auprès des pêcheurs sportifs en 1972 (rivières Qualicum et Campbell) et de la structure moyenne d'âge du quinnat calculée à partir des fils codés récupérés entre 1975 et 1977.

		1972	1975-77 Moyenne
Juin	2	17,1	21,7
	3	55,5	54,7
	4	24,9	21,7
	5	2,6	2,0
Juillet	2	33,7	57,3
	3	50,5	35,0
	4	15,8	11,3
	5	0,3	0,4
Août	1	—	0,1
	2	68,8	60,7
	3	22,8	30,3
	4	8,4	8,3
	5	—	0,5

TABLEAU A.14 Structure d'âge des quinnats capturés à la pêche aux filets maillants sur le Fraser et sur la rivière Columbia et remonte totale dans la rivière Big Qualicum.

Rivière	Année	Âge en mer					
		2	3	4	5	6	*n*
Fraser	Moyenne de 1952 à 1956, sans pondération pour la prise aux filets maillants	29 %	44 %	26 %	1 %	1 %	?
	Moyenne de 1957 à 1959, avec pondération pour la prise	14	35	48	3	—	326
	Moyenne de 1966 à 1968, avec pondération pour la prise	7	43	47	3	—	3 818
Big Qualicum	Moyenne de 1972 à 1973, remonte totale des poissons non marqués	16	12	68	4	—	405
Columbia	Moyenne de 1960 à 1969, début automne	9	39	45	6	1	2 916
	Moyenne de 1960 à 1969, fin automne	10	45	38	8	—	380

TABLEAU B.1 Prise sportive et prise commerciale à la traîne dans le détroit de Géorgie, prise commerciale aux filets maillants et de la pêche de subsistance par les Indiens dans le Fraser, poids paré moyen (lb) des saumons capturés à la traîne dans le détroit de Géorgie, remonte dans certains cours d'eau du détroit de Géorgie et du fleuve Fraser et l'effort de pêche à la traîne dans le détroit de Géorgie. La prise et la remonte sont exprimées en milliers de poissons et l'effort de pêche à la traîne, en milliers de journées de pêche. La remonte des sujets d'élevage est exclue[a].

	1950	51	52	53	54	55	56	57	58	59	1960	61	62	63	64	65	66	67	68	69	1970	71	72	73	74	75	76	77	78
															Quinnat														
Prise à la traîne	—	—	78	119	91	72	100	138	194	139	97	112	114	112	86	89	101	128	85	98	128	281	222	155	165	176	198	250	193
Prise sportive	—	—	—	69	67	83	99	128	138	111	83	63	86	65	51	53	80	115	150	185	220	255	287	272	269	398	490	372	358
Prise aux filets maillants jusqu'à la fin août	—	102	115	105	99	87	80	75	128	103	84	68	79	90	135	85	82	99	78	74	97	88	67	67	53	42	51	57	33
Prise totale aux filets maillants	—	147	132	176	179	141	124	128	169	166	125	93	112	115	164	92	98	122	105	88	133	140	123	100	87	93	83	90	51
Poids moyen à la traîne	—	—	8,9	8,2	8,4	7,8	7,0	6,4	6,5	7,4	6,6	6,0	6,3	6,7	6,6	6,2	6,8	6,7	6,9	6,8	6,2	5,8	6,0	6,3	6,1	5,5	6,0	5,3	6,0
Remonte à partir du détroit de Géorgie	54	56	52	53	69	51	42	64	64	52	36	34	41	38	45	73	53	27	36	47	59	37	37	41	27	21	21	28	—
Remonte dans le Fraser moins remonte dans la Harrison	—	—	—	—	—	—	—	39	57	28	24	21	39	28	46	30	29	43	36	46	54	45	30	44	40	63	33	49	—
Remonte totale dans le Fraser	—	—	—	—	—	—	—	43	74	46	28	26	41	42	52	39	38	58	44	54	62	60	45	79	75	78	41	78	—
Prise par les Indiens dans le Fraser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	9	6	10	14	18	14	16	11	18	17	19	18	—

	1950	51	52	53	54	55	56	57	58	59	1960	61	62	63	64	65	66	67	68	69	1970	71	72	73	74	75	76	77	78
														Coho															
Prise à la traîne	—	—	424	440	324	459	193	300	361	257	492	302	269	126	284	213	315	143	118	41	162	239	62	93	148	112	73	143	291
Prise sportive	—	—	—	124	130	182	191	241	253	230	238	152	167	199	182	175	249	200	250	200	500	800	335	373	772	454	415	682	1103
Prise aux filets maillants	—	124	80	73	132	73	125	49	76	59	57	32	68	36	133	42	37	34	82	23	100	71	81	54	27	44	14	42	50
Remonte à partir du détroit de Géorgie	82	178	247	109	139	88	71	170	117	103	83	133	113	103	210	144	150	89	108	46	144	151	60	86	219	129	65	94	—
Remonte jusqu'à l'amont du Fraser	—	31	72	35	17	63	14	14	17	12	20	24	21	10	17	27	16	6	12	19	16	17	11	12	18	8	6	24	—
Remonte totale dans le Fraser	—	60	133	88	44	165	53	48	68	40	42	55	130	95	87	53	63	27	31	42	53	97	30	50	67	53	38	67	—
Prise par les Indiens dans le Fraser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	21	4	17	13	18	16	19	13	25	15	23	21	—
														Effort de pêche à la traîne															
	—	—	33	31	28	29	25	29	35	30	37	33	32	26	28	21	22	22	18	15	21	27	19	17	21	17	20	23	25

[a]Source des données : prise à la traîne, effort de pêche à la traîne et poids moyen du quinnat capturé à la traîne : données de 1952 à 1969 de Marshall (1970); effort de pêche entre 1952 et 1966 pondérées vers le bas (20 %) pour soustraire l'effort de pêche à la ligne à la morue; données de 1970 à 1977 tirées des statistiques publiées sur la prise commerciale (Anon. 1968–1977); données de 1978 à l'état préliminaire.

Prise sportive : données de 1953–1962 dans Milne (1964a); données de 1963 à 1967 dans les statistiques publiées sur la prise sportive (Anon. 1963–1977); données de 1967 à 1971 tirées de statistiques publiées (Anon. 1963–1977) et gonflées de façon à tenir compte de la théorie de Argue *et al.* (1977a, page 21); données de 1972 à 1976 tirées d'estimations révisées dans Argue *et al*; données 1977 déduites par la méthode de Argue *et al.* mais en employant un facteur «de connaissance» de 0,2; données 1978 établies à partir des résultats préliminaires sur la prise à la traîne, avec l'application d'un prorata égal au pourcentage que représente la prise à la traîne par rapport à la prise totale à la traîne et sportive entre 1972 et 1976, dans Argue *et al.*

Prise aux filets maillants sur le Fraser : données de 1951 à 1977 tirées de statistiques publiées sur la prise commerciale (1952–1977); données 1978 obtenues de H. Hsu, communication personnelle.

Remonte provenant du détroit de Géorgie : données de 1950 à 1956 provenant des catalogues des cours d'eau (Marshall *et al.* 1976a, b, c, d, 1977; Brown *et al.* 1977); données de 1957 à 1976 dans Anderson, 1977; données 1977 dans A.D. Anderson, Pêches et Océans, Nanaïmo (C.-B.), communication personnelle.

Remonte dans le Fraser : données de 1951 à 1956 dans Fraser *et al.* (1979); données de 1957 à 1976 dans Anderson (1977); données 1977 obtenues de A.D. Anderson, communication personnelle.

Prise par les Indiens sur le Fraser : données de 1965 à 1977 dans Fraser *et al.* (1979)

Les modifications ci-dessous ont été apportées aux remontes. Les remontes des zones 15 et 16 ont été exclues parce que les principaux cours d'eau de la zone n'ont pas été recensés au cours des dernières années. La remonte des cohos dans la Cowichan a été exclue parce que la plupart des cohos avaient grossi ailleurs que dans le détroit de Géorgie. La remonte des quinnats dans la Cowichan a été réduite d'environ 50 % à partir de 1974 pour compenser une erreur systématique dans la méthode de recensement sur le terrain. La remonte dans les affluents suivants du Fraser a été exclue parce que les données étaient incomplètes : rivière Harrison (cohos seulement), Slim Creek, Bessette Creek, Finn Creek et Fennel Creek.

TABLEAU B.2 Prise estimée de quinnats de la ponte de 1971 portant un fil codé et capturés en 1973, 1974, 1975 et 1976.

Zone de capture[a]	Qualicum BR/BL[e] 145 876 (75/lb) automne[f]					Capilano 3/1[e] 138 216 (88) automne				
	1973	1974	1975	1976	Total	1973	1974	1975	1976	Total
Alaska (É.-U.)[d]	AE[c]	16	9	5	30	AE	—	—	3	3
		(1 %)	(3)	(42)	(1)		—	—	(50)	(<1)
Côte nord et centrale[b]	AE	236	73	—	309	AE	12	20	—	32
		(15)	(22)	—	(10)		(4)	(19)	—	(4)
Côte ouest de l'île Vancouver[b]	AE	22	10	—	32	AE	2	21	—	23
		(1)	(3)	—	(1)		(1)	(20)	—	(3)
Wash. (É.-U.)	AO[c]	—	—	—	—	AO	—	19	—	19
		—	—	—	—		—	(18)	—	(3)
San Juan	AE	12	—	—	12	AE	—	3	—	3
		(1)	—	—	(<1)		—	(3)	—	(<1)
Détroit de Johnstone	AE	98	19	4	121	AE	3	5	—	8
		(6)	(6)	(33)	(4)		(1)	(5)	—	(1)
Détroit de Géorgie	1 096	1 163	221	3	2 483	332	259	37	3	631
	(100)	(75)	(67)	(25)	(83)	(100)	(94)	(35)	(50)	(88)
Total (% ayant l'âge)	1 096(37 %)	1 547(52)	332(11)	12(<1)	2 987	332(46)	276(38)	105(15)	6(1)	719
% récupéré	0,75	1,06	0,23	0,01	2,05	0,24	0,20	0,08	<0,01	0,52

[a]Ces régions de capture ont été définies dans Heizer *et al.* (1977). Côte nord et centrale — NTR, CTR, CSPT, NN, CN; côte ouest de l'île Vancouver — NWTR, SWTR, WSPT, NWVN, SWVN; Washington — Orégon — WOTR — aucune recapture; San Juan — JFTR, JFN; détroit de Johnstone — JSN; détroit de Géorgie — GSTR, GSPT, GSN, FGN.

[b]Il est supposé que le rapport prise-échantillon dans WSPT, CSPT et GSPT égale 6,46 en 1973 et 3,23 depuis lors.

[c]AE = aucun échantillon; AO = aucune observation.

[d]Il est supposé que le rapport prise-échantillon en Alaska est de 2,5 en 1976.

[e]Codes des données MFC (marquage par fils codés).

[f]Nombre de poissons marqués remis en liberté et leur taille au moment de la remise en liberté.

TABLEAU B.3 Prise estimée de quinnats de la ponte de 1972 portant un fil codé et capturés en 1974, 1975, 1976 et 1977.

	Qualicum LG/YW 37 125 (100/lb) automne					Capilano 7/1 86 945(85) automne					Puntledge 4/1 46 110(79) été					Robertson Cr. 5/1 26 881(80) automne				
Zone de capture	74	75	76	77	Total	74	75	76	77	Total	74	75	76	77	Total	74	75	76	77	Total
Alaska (É.-U.)[a]	—	2	5	—	7	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	33	68	43	144
	—	(1 %)	(5)	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	(6)	—	(<1)	—	(16)	(29)	(77)	(27)
Côte nord	38	102	15	4	159	84	66	13	—	163	25	34	14	4	77	—	100	56	13	169
et centrale	(11)	(36)	(19)	(57)	(22)	(9)	(10)	(11)	—	(9)	(5)	(12)	(26)	(100)	(9)	—	(49)	(24)	(23)	(32)
Côte ouest de	—	4	—	—	4	—	10	8	—	18	—	6	—	—	6	6	9	88	—	103
l'île Vancouver	—	(1)	—	—	(1)	—	(2)	(6)	—	(1)	—	(2)	—	—	(1)	(19)	(4)	(38)	—	(20)
Wash. (É.-U.)	—	—	—	—	—	—	—	—	96	96	—	—	—	—	—	—	5	5	—	10
	—	—	—	—	—	—	—	—	(97)	(5)	—	—	—	—	—	—	(2)	(2)	—	(2)
San Juan	5	—	—	—	5	—	6	—	—	6	2	1	—	—	3	3	—	4	—	7
	(1)	—	—	—	(1)	—	(1)	—	—	(<1)	(<1)	(<1)	—	—	(<1)	(10)	—	(2)	—	(1)
Détroit de	28	18	13	—	59	63	98	17	—	178	33	10	—	—	43	3	7	10	—	20
Johnstone	(8)	(6)	(17)	—	(8)	(7)	(15)	(12)	—	(10)	(7)	(3)	—	—	(5)	(10)	(3)	(4)	—	(4)
Détroit de	284	156	46	3	489	757	459	109	3	1 328	444	241	37	—	722	19	50	3	—	72
Géorgie	(80)	(55)	(58)	(43)	(68)	(84)	(72)	(70)	(3)	(74)	(88)	(83)	(69)	—	(85)	(61)	(25)	(1)	—	(14)
Total	355	282	79	7	723	904	639	147	99	1 789	504	292	54	4	854	31	204	234	56	525
(% ayant l'âge)	(49 %)	(39)	(11)	(1)		(51)	(35)	(8)	(6)		(59)	(34)	(6)	(<1)		(6)	(39)	(45)	(11)	
% récupéré	0,96	0,76	0,25	0,02	1,95	1,04	0,73	0,17	0,11	1,06	1,09	0,63	0,12	0,01	1,85	0,12	0,76	0,87	0,21	1,95

[a]Par hypothèse, le rapport prise-échantillon pour l'Alaska est de 2,5 en 1976 et en 1977; il est de 4,0 en 1977 pour l'État de Washington.

TABLEAU B.4 Prise estimée de quinnats de la ponte de 1973 et portant un fil codé capturés en 1975, 1976 et 1977.

	Qualicum RD/GD 17 189 (91/lb) automne					Capilano 15/1 100 503(91) automne					Puntledge 3/2 39 652(77) automne					Robertson Cr. 4/6 27 444(72) automne				
Zone de capture	75	76	77	78	Total	75	76	77	78	Total	75	76	77	78	Total	75	76	77	78	Total
Alaska (É.-U.)	—	10	—	ND[a]	10	—	8	5	ND	13	2	55	100	ND	157	—	3	48	ND	51
	—	(4 %)	—		(2)	—	(<1)	(1)		(<1)	(<1)	(7)	(29)		(8)	—	(5)	(39)		(26)
Côte nord et centrale	—	73	4	ND	45	108	159	25	ND	292	68	385	98	ND	551	4	21	50	ND	75
	—	(28)	(6)		(8)	(6)	(9)	(6)		(7)	(9)	(48)	(29)		(29)	(36)	(34)	(40)		(38)
Côte ouest de l'île Vancouver	—	5	5	ND	10	9	25	26	ND	60	—	8	8	ND	17	—	34	29	ND	63
	—	(6)	(7)		(3)	(<1)	(5)	(6)		(2)	—	(1)	(2)		(1)	—	(56)	(23)		(32)
Wash. (É.-U.)	—	—	3	ND	3	17	26	26	ND	69	5	—	3	ND	8	—	—	—	ND	—
	—	—	(4)		(1)	(1)	(1)	(6)		(2)	(1)	—	(1)		(<1)	—	—	—		—
San Juan	—	—	—	ND	—	—	—	—	ND	—	—	—	—	ND	—	—	3	—	ND	3
	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	(5)	—		(2)
Détroit de Johnstone	46	25	15	ND	86	157	78	35	ND	270	110	27	45	ND	182	—	—	—	ND	—
	(19)	(10)	(21)		(15)	(8)	(4)	(8)		(7)	(14)	(3)	(13)		(9)	—	—	—		—
Détroit de Géorgie	191	140	45	ND	376	1 560	1 555	300	ND	3 415	609	320	88	ND	1 016	7	—	—	ND	7
	(81)	(53)	63		(66)	(84)	(84)	(72)		(83)	(77)	(40)	(26)		(53)	(64)	—	—		(4)
Total	237	263	72	ND	572	1 851	1 851	417	ND	4 119	794	795	342	ND	1 931	11	61	127	ND	199
(% ayant l'âge)	(41 %)	(46)	(13)			(45)	(45)	(10)			(41)	(41)	(18)			(5)	(31)	(64)		
% récupéré	1,38	1,53	0,42		3,28	3,33	1,84	0,41		4,10	2,00	2,00	0,86		4,87	0,04	0,22	0,46		0,73

[a]Non disponible.

TABLEAU B.5 Prise estimée de quinnats de la ponte de 1974 portant un fil codé et capturés en 1976 et en 1977.

	Cowichan 7/5 18 332(80/lb) automne			Robertson Cr. 9/6 27 383(87) automne			Big Qualicum 10/2 100 390(55) automne			Puntledge 14/2 18 663(66) automne		
Zone de capture	1976	1977	Total	1976	1977	Total	1976	1977	Total	1976	1977	Total
Alaska (É.-U.)	—	—	—	—	153	153	—	90	90	—	5	5
	—	—	—	—	(37 %)	(35)	—	(3)	(1)	—	(1)	(1)
Côte nord et centrale	8	19	27	8	151	159	334	573	907	13	27	40
	(3)	(6)	(5)	(25)	(36)	(36)	(9)	(19)	(13)	(2)	(7)	(4)
Côte ouest de l'île Vancouver	7	10	17	16	98	114	9	59	68	5	—	5
	(3)	(3)	(3)	(75)	(24)	(26)	(<1)	(2)	(1)	(1)	—	(1)
Wash. (É.-U.)	—	57	57	—	—	—	7	26	33	—	3	3
	—	(17)	(10)	—	—	—	(<1)	(1)	(1)	—	(1)	(<1)
San Juan	—	9	9	—	4	4	—	—	—	—	—	—
	—	(3)	(2)	—	(1)	(1)	—	—	—	—	—	—
Détroit de Johnstone	22	30	52	—	5	5	575	304	879	45	45	90
	(9)	(9)	(9)	—	(1)	(1)	(15)	(10)	(13)	(8)	(12)	(9)
Détroit de Géorgie	204	204	408	—	3	3	2 972	2 030	5 002	537	288	825
	(85)	(62)	(72)	—	(1)	(1)	(76)	(66)	(72)	(90)	(78)	(85)
Total	241	329	570	24	414	438	3 897	3 082	6 979	600	368	968
% récupéré	1,32	1,80	3,11	0,09	1,51	1,56	3,88	3,07	6,95	3,22	1,97	5,19

TABLEAU B.6 Prise estimée de quinnats de la ponte de 1975 portant un fil codé et capturés en 1977.

	Cowichan 1/7 18 084(56/lb) automne	Puntledge 3/9 50 046(91) automne	Capilano 15/10 55 684(78) automne	Big Qualicum 2/6 94 701(113) automne
Zone de capture	1977	1977	1977	1977
Alaska (É.-U.)	—	—	—	—
Côte nord et centrale	6	32	17	97
	(3 %)	(26)	(6)	(12)
Côte ouest de l'île Vancouver	—	—	—	10
				(1)
Wash. (É.-U.)	3	—	—	—
	(1)			
San Juan	—	—	—	—
Détroit de Johnstone	10	35	30	169
	(5)	(28)	(10)	(20)
Détroit de Géorgie	203	57	262	565
	(91)	(46)	(85)	(67)
Total	222	124	309	841
% récupéré	1,23	0,25	0,56	0,89

TABLEAU B.7 Prise estimée de cohos de la ponte de 1971 portant un fil codé et capturés en 1974[a].

Groupe MFC	Côte nord et centrale[b]	Côte ouest île Vanc.[b]	Wash. — Orég.	Wash. (É.-U.)	San Juan	Détr. John.	Détr. Géor.[b]	Total	% récupéré
Qualicum WH 36 156 (24/lb)	196 (3 %)	755 (13)	100 (2)	392 (7)	229 (4)	351 (6)	3 847 (65)	5 870	16,24
Capilano 6/1 97 030 (26)	35 (<1)	1 576 (9)	364 (2)	1 819 (10)	1 284 (7)	102 (<1)	13 135 (72)	18 315	18,88

[a]Côte nord et centrale — NTR, CTR, CSPT, NN, CN; côte ouest de l'île Vancouver — NWTR, SWTR, WSPT, NWVN, SWVN; Washington — Orégon — WOTR, prise canadienne; San Juan — JFTR, JFN; détroit de Johnstone — JSN; détroit de Géorgie — GSTR, GSPT, GSN, FGN.
[b]Rapport estimé prise-échantillon dans WSPT, CSPT et GSPT = 3,23.

TABLEAU B.8 Prise estimée de cohos de la ponte 1972 portant un fil codé et capturés en 1975.

Groupe MFC	Côte nord et centrale	Côte ouest île Vanc.	Wash. — Orég.	Wash. (É.-U.)	San Juan	Détr. John.	Détr. Géor.	Total	% récupéré
Quinsam sauvages 1/3 2 384 (90/lb)	—	—	—	12 (6 %)	8 (4)	20 (11)	149 (79)	189	7,93
Qualicum 1/2 35 474 (21)	136 (2)	649 (8)	99 (1)	622 (8)	239 (3)	670 (8)	5 546 (70)	7 961	22,44
Squamish sauvages Tenderfoot 3/5 4 987 (39)	—	63 (13)	14 (3)	107 (22)	37 (8)	17 (4)	244 (51)	482	9,67
Meighn 2/5 5 837 (56)	7 (1)	30 (6)	9 (2)	139 (26)	56 (10)	16 (3)	281 (52)	538	9,22
Little Stawamus 1/5 7 025 (71)	—	16 (5)	4 (1)	81 (26)	22 (7)	—	184 (60)	307	4,37
Total Squamish 17 849 (57)	7	109 (8)	27 (2)	327 (25)	115 (9)	33 (2)	709 (53)	1 327	7,43
Capilano 12/1, 13/1 33 037 (24)	—	14 (2)	14 (2)	156 (27)	15 (3)	4 (1)	372 (65)	575	1,74
Robertson 9/1 27 218 (25)	10 (1)	721 (71)	60 (6)	177 (18)	37 (4)	4 (<1)	2 (<1)	1 011	3,71

TABLEAU B.9 Prise estimée de cohos de la ponte de 1973 et portant un fil codé et capturés en 1976.

Groupe MFC	Côte nord et centrale	Côte ouest île Vanc.	Wash. — Orég.	Wash. (É.-U.)	San Juan	Détr. John.	Détr. Géor.	Total	% récupéré
Quinsam sauvages 2/4 8 465 (110/lb)	129 (14 %)	99 (11)	17 (2)	55 (6)	22 (2)	202 (22)	408 (44)	932	11,01
Qualicum 9/2 57 425 (18)	1 886 (14)	1 667 (13)	142 (1)	1 136 (9)	322 (3)	1 679 (13)	6 227 (48)	13 059	22,74
Squamish sauvages									
Tenderfoot 4/5 7 788 (70)	38 (6)	156 (23)	16 (2)	264 (39)	37 (5)	25 (4)	149 (21)	685	8,79
Tenderfoot 15/5 1 370 (82)	12 (9)	22 (16)	3 (2)	39 (29)	18 (13)	7 (5)	35 (26)	136	9,92
Meighn 5/5 2 490 (82)	—	44 (15)	5 (2)	85 (30)	11 (4)	7 (2)	135 (47)	287	11,53
Little Stawamus 8/5 6 187 (79)	10 (2)	80 (17)	3 (1)	163 (35)	30 (6)	4 (1)	177 (38)	467	7,55
Total Squamish 17 835 (76)	62 (4)	312 (20)	37 (2)	551 (35)	96 (6)	43 (3)	496 (31)	1 575	8,83
Capilano 15/2 53 878 (35)	3 (<1)	152 (6)	55 (2)	646 (27)	175 (7)	25 (1)	1 352 (56)	2 407	4,47
Cowichan sauvages									
Rotary 7/5 7 631 (45)	34 (3)	432 (33)	93 (7)	548 (42)	87 (7)	11 (1)	101 (8)	1 306	17,11
Rotary 10/5 11 297 (42)	41 (2)	589 (35)	69 (4)	720 (42)	131 (8)	32 (2)	117 (7)	1 699	15,04
Side Chan. 14/5 3 097 (67)	16 (3)	133 (28)	55 (12)	200 (43)	58 (12)	5 (1)	3 (1)	470	15,18
Pastuch 6/5 4 110 (76)	3 (1)	134 (3)	16 (4)	239 (53)	35 (8)	0	26 (6)	453	11,02
Total Cowichan 26 135 (51)	94 (2)	1 288 (33)	233 (6)	1 707 (44)	311 (8)	48 (1)	247 (6)	3 928	15,03
Robertson Cr. 10/6 44 071 (15)	182 (8)	1 883 (79)	87 (4)	168 (7)	29 (1)	30 (1)	1 (<1)	2 380	5,40

TABLEAU B.10 Prise estimée de cohos de la ponte de 1974 portant un fil codé et capturés en 1977.

Groupe MFC	Côte nord et centrale	Côte ouest île Vanc.	Wash. — Orég.	Wash.[a] (É.-U.)	San Juan	Détr. John.	Détr. Géor.	Total	% récupéré
Quinsam sauvages 6/3 8 614 (50/lb)	107 (9 %)	157 (14)	5 (<1)	80 (7)	31 (3)	337 (30)	436 (38)	1 153	13,39
Piscifacture 7/3 57 502 (16)	339 (12)	387 (14)	—	220 (8)	35 (1)	873 (32)	872 (32)	2 726	4,74
Total Quinsam 66 116 (20)	446 (11)	544 (14)	5 (<1)	300 (8)	66 (2)	1 210 (31)	1 308 (34)	3 879	5,87
Qualicum 9/3 75 512 (17)	489 (6)	1 005 (12)	31 (<1)	539 (7)	212 (3)	2 083 (26)	3 771 (46)	8 130	10,77
Fraser sauvages 15/13 19 600 (?)	76 (2)	760 (18)	88 (2)	1 316 (30)	301 (7)	235 (5)	1 578 (36)	4 354	22,21
Cowichan sauvages Kelvin (début) 3/7 6 629 (37)	9 (1)	161 (21)	10 (1)	345 (45)	174 (23)	—	69 (9)	768	11,59
Kelvin (fin) 4/7 6 862 (59)	—	145 (24)	26 (4)	255 (43)	108 (18)	6 (1)	58 (10)	598	8,71
Rotary (début) 5/7 4 697 (60)	—	124 (31)	10 (2)	186 (46)	54 (13)	—	29 (7)	403	8,58
Rotary (fin) 6/7 5 492 (54)	—	168 (30)	5 (1)	211 (38)	104 (19)	6 (1)	67 (12)	561	10,21
Mesachie (début) 8/7 15 155 (39)	20 (1)	454 (29)	36 (2)	712 (45)	220 (14)	18 (1)	109 (7)	1 569	10,35
Mesachie (fin) 11/5 12 326 (39)	—	233 (29)	26 (3)	325 (41)	124 (16)	12 (2)	75 (9)	795	6,45
Mesachie (milieu) 13/7 10 142 (45)	5 (1)	201 (30)	5 (1)	323 (48)	97 (14)	—	40 (6)	671	6,62
Pastuch 9/7 3 373 (59)	—	113 (25)	10 (2)	185 (41)	104 (23)	—	40 (9)	452	13,40

Groupe MFC	Côte nord et centrale	Côte ouest île Vanc.	Wash. — Orég.	Wash.[a] (É.-U.)	San Juan	Détr. John.	Détr. Géor.	Total	% récupéré
Cow. Side Ch. 10/7	—	183	5	184	89	6	66	533	14,02
3 802 (75)		(34)	(1)	(35)	(17)	(1)	(12)		
Mesachie Est. 7/7	—	145	—	259	62	6	47	519	12,81
4 052 (77)		(28)		(50)	(12)	(1)	(9)		
Total Cowichan	34	1 927	133	2 985	1 136	54	600	6 869	9,47
72 530 (49)	(<1)	(28)	(2)	(43)	(17)	(1)	(9)		
Robertson Cr. 11/6	105	2 146	47	194	66	24	6	2 588	4,90
52 785)16)	(4)	(83)	(2)	(7)	(3)	(1)	(<1)		

[a]Le rapport estimé prise-échantillon dans Washington (É.-U.) = 4,0 en 1977.

TABLEAU B.11 Prise annuelle de poissons avec et sans nageoires adipeuses et l'effort de pêche (nombre de journées pendant lesquelles des saumons furent capturés) dans le cadre du programme des relevés à la pêche sportive dans le détroit de Géorgie[a].

			Prise selon les relevés de la pêche sportive						Prise à la traîne	
			Cohos			Quinnats			Cohos	Quinnats
Année	Nombre de rapports mensuels requis	Jours de prise	non marqués	marqués	% marqués	non marqués	marqués	% marqués	% marqués	% marqués
1974	346	1 872	3 646	141	3,7	2 751	80	2,8	3,7	1,7
1975	480	2 666	4 623	206	4,3	4 039	111	2,7	2,9	1,3
1976	635	3 424	4 965	300	5,7	7 051	163	2,3	5,6	1,6
1977	717	3 534	6 499	230	3,4	5 148	123	2,3	2,3	1,2
1978	739	3 860	8 629	541	5,9	4 746	143	2,9	5,6	1,4
			Prise par jour de prise							
1974			1,95	0,08		1,47	0,04			
1975			1,73	0,08		1,52	0,04			
1976			1,45	0,09		2,06	0,05			
1977			1,84	0,07		1,46	0,04			
1978			2,24	0,14		1,23	0,04			

[a]Source des données provenant des relevés à la pêche sportive: 1974-1976 dans Harris *et al.* (1978); 1977 et 1978 dans J. Thomas, 1090 W. Pender Street, Vancouver (C.-B.), données inédites. Source des données de la pêche à la traîne: 1974 dans Heizer et Beukema (1977); 1975 dans Heizer *et al.* (1977); 1976 dans Cook et Heizer (1978); 1977 et 1978, données obtenues de S.R. Heizer, Nanaimo (C.-B.), données inédites.

TABLEAU B.12 Production des piscifactures (saumons marqués et non marqués) et production de stocks sauvages marqués pour le détroit de Géorgie. Les poissons marqués ont eu la nageoire adipeuse coupée et portent des fils codés[a].

Année de ponte	Année de mise en liberté	Mise en liberté de juvéniles sauvages marqués	Mise en liberté, juvénile d'élevage			Rapport des saumons non marqués/ marqués d'élevage[c]
			marqués	non marqués	total	
			Quinnats			
1971	1972	99 000	303 000	465 000	768 000	1,9
1972	1973	13 000	283 000	615 000	898 000	3,0
1973	1974	12 000	254 000	555 000	809 000	3,0
1974	1975	18 000	190 000	238 000	428 000	2,1
1975	1976	52 000	437 000	1 648 000	2 085 000	4,3
1976	1977	57 000	504 000	2 032 000	2 536 000	4,5
			Cohos			
1971	1973	8 000	255 000	250 000	505 000	1,9
1972	1974	21 000	194 000	265 000	459 000	2,1
1973	1975	54 000	301 000	627 000	928 000	2,6
1974	1976	126 000	430 000	1 927 000	2 357 000	4,2
1975	1977	40 000[b]	339 000	1 597 000	1 936 000	5,1

[a]Source des données : S.R. Heizer, données inédites et préparées en vue d'un échange entre le Canada et les États-Unis.
[b]À l'exclusion des cohos sauvages marqués des rivières Keogh et Kakweiken.
[c]Total des mises en liberté dans les piscifactures (sujets d'élevage et sujets sauvages marqués).

TABLEAU B.13 Structure d'âge (%) des quinnats canadiens marqués dans la prise sportive du détroit de Géorgie.

Année de récupération	Année de ponte							Total des sujets canadiens marqués
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	
1974	0,2	42,9	56,2	0,7	—	—	—	974
1975	0,2	5,4	16,3	78,1	—	—	—	1 635
1976	—	0,2	3,0	43,1	53,6	—	—	1 990
1977	—	—	0,4	17,3	43,9	37,9	0,5	1 075

TABLEAU B.14 Prise estimée de quinnats d'élevage capturés à la pêche sportive et à la traîne dans le détroit de Géorgie.

Année de la prise	Prise de quinnats à la nageoire adipeuse coupée		Facteur de gonflement		Prise estimée de sujets d'élevage[c]
	D'origine canadienne	D'origine américaine	Canada	É.-U.	
			Prise sportive		
1974	3 900[a]	3 600	2,5[b]	10	46 000
1975	7 300	3 500	2,9	10	56 000
1976	8 500	2 800	2,5	15	63 000
1977	5 700	2 900	3,1	15	61 000
1978	6 200	4 200	4,3[f]	15	90 000
			Prise à la traîne		
1974	1 000[d]	1 800	1,9[e]	10	20 000
1975	1 000	1 300	3,0	10	16 000
1976	2 400	800	3,0	15	19 000
1977	1 900	1 100	2,1	15	21 000
1978	1 500	1 200[g]	4,3	15	25 000

[a]% du tableau B.11 multiplié par la prise donnée dans le tableau B.1, les résultats étant répartis entre les pays d'origine selon les pourcentages «totaux» du tableau 3.9.

[b]Les facteurs de gonflement pour le Canada sont obtenus du tableau B.12 et pondérés selon la structure d'âge des sujets canadiens marqués et capturés à la pêche sportive (tableau B.13.)

[c]Produit de la prise de quinnats à la nageoire adipeuse coupée et des facteurs de gonflement.

[d]% du tableau B.12 multiplié par la prise de données dans le tableau B.1, les résultats étant répartis entre les pays d'origine selon les pourcentages des groupes de 3 ans du tableau 7.9.

[e]Les facteurs de gonflement au Canada pour les quinnats de 3 ans sont tirés du tableau B.12.

[f]Les estimations sont calculées à partir de la structure d'âge annuelle moyenne des recaptures de sujets marqués et pris à la pêche sportive dans le détroit de Géorgie, en supposant que la prise contient 60 % de sujets canadiens marqués.

[g]Avec l'hypothèse que 55 % des sujets marqués et capturés sont d'origine canadienne.

TABLEAU B.15 Prise estimée de cohos d'élevage capturés à la pêche sportive et à la traîne dans le détroit de Géorgie.

Année de la prise	Prise de cohos à la nageoire adipeuse coupée[a]	Facteur de gonflement[b]	Prise estimée de sujets d'élevage[c]
		Prise sportive	
1974	28 600	1,9	54 000
1975	19 500	2,1	41 000
1976	23 700	2,6	62 000
1977	23 200	4,2	97 000
1978	65 100	5,1	332 000
		Prise à la traîne	
1974	5 500	1,9	11 000
1975	3 300	2,1	7 000
1976	4 100	2,6	11 000
1977	3 300	4,2	14 000
1978	16 300	5,1	83 000

[a]% obtenu du tableau B.11 et multiplié par la prise donnée dans le tableau B.1.

[b]Les facteurs de gonflement dans le cas des cohos de 3 ans sont tirés du tableau B.12.

[c]Produit de la prise de cohos à la nageoire adipeuse coupée et des facteurs de gonflement.